

1-1-2007

Manual de mantenimiento y pruebas a interruptores de 115 kv con aislamiento en SF6 y aceite dieléctrico

Alexander Saavedra Ferreira
Universidad de La Salle, Bogotá

Mario Tano Gutiérrez Morales
Universidad de La Salle, Bogotá

Follow this and additional works at: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_electronica

Citación recomendada

Saavedra Ferreira, A., & Gutiérrez Morales, M. T. (2007). Manual de mantenimiento y pruebas a interruptores de 115 kv con aislamiento en SF6 y aceite dieléctrico. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_electronica/157

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ingeniería at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Ingeniería Eléctrica by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.



**“MANUAL DE MANTENIMIENTO Y PRUEBAS A INTERRUPTORES DE 115
KV, CON AISLAMIENTO EN SF6 Y ACEITE DIELECTRICO.”**

**ALEXANDER SAAVEDRA FERREIRA
MARIO TANO GUTIERREZ MORALES**

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE INGENIERIA ELÉCTRICA
BOGOTÁ D.C
2007**



**“MANUAL DE MANTENIMIENTO Y PRUEBAS A INTERRUPTORES DE 115
KV, CON AISLAMIENTO EN SF6 Y ACEITE DIELECTRICO.”**

**ALEXANDER SAAVEDRA FERREIRA
MARIO TANO GUTIERREZ MORALES**

**Trabajo de grado para optar por el título de
Ingeniero Electricista**

**Director
GUSTAVO URREA GOMEZ
Ingeniero Electricista**

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA
BOGOTA D.C
2007**



NOTA DE ACEPTACION

Ing. Gustavo Urrea Gómez
Director del Proyecto

JURADO

JURADO

BOGOTA D.C ,2007.



DEDICATORIA

- “Dedico este proyecto de grado a todas aquellas personas que me apoyaron durante mi carrera, especialmente a mi madre y a mi padre que en los momentos mas difíciles de la vida han estado allí para ayudar a levantarme y darme fuerzas, a mis amigos y al amor de mi vida por hacer de este sueño una exitosa realidad...”

Mario Tano Gutiérrez Morales



DEDICATORIA

- “Este proyecto es dedicado principalmente a mi padre que fue mi mentor y mi inspiración en el transcurso de mi carrera, a mi familia que siempre es y será mi brújula para seguir por el buen camino, a mi hija y esposa fuente de mi energía e inspiración para estar en este momento en este lugar, a los ingenieros involucrados en este proyecto, gracias por su ayuda”.

Alexander Saavedra Ferreira



AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

- A la empresa Seringel Ltda. Por permitirnos utilizar todos los recursos existentes para el desarrollo de nuestro proyecto de grado.
- Al Ing. Wilson Saavedra Ortiz Presidente de la Compañía Seringel Ltda. Por su apoyo constante en el desarrollo del proyecto.
- Al Ing. Gustavo Urrea Gómez por su apoyo constante y entrega, en el desarrollo de nuestro proyecto y su excelente papel como director del proyecto.
- Al Ing. Gonzalo Torres Gerente del Área de Mantenimiento de Seringel Ltda. por su disposición y colaboración en el desarrollo del proyecto.
- Al Ing. Edgar Torres Director del grupo de mantenimiento de Alta tensión de Seringel Ltda. , por su asesoría en el proyecto.
- Al Ing. Yesid Cortes, Director del Área de Pruebas de Alta tensión por su constante disposición y asesoría en el proyecto.
- Al Ingeniero Miguel Arrazola por su apoyo y entera disposición en el desarrollo de este proyecto.
- Al Ing. Rafael Chaparro Beltrán por creer en nuestro proyecto e impulsarnos a llevar a cabo su desarrollo.
- A la Universidad de La Salle, La facultad de Ingeniería Eléctrica y al cuerpo docente.
- A nuestras familias.
- A todas las personas que apoyaron este proyecto.

**TABLA DE CONTENIDO**

1. PERIODOS DE INTERVENCIÓN	16
2. EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y MATERIALES PARA EL DESARROLLO DEL MANTENIMIENTO	19
3. FACTORES DE SEGURIDAD	20
3.1 DEL PERSONAL QUE REALIZA EL MANTENIMIENTO	20
3.2 DE LOS EQUIPOS	20
4. ACTIVIDADES PRELIMINARES AL MANTENIMIENTO	22
4.1 CHEQUEO DE ENTREGA DE LA MANIOBRA	22
5. MANTENIMIENTO AL INTERRUPTOR OERLIKON	23
5.1 MEDIDA DE RESISTENCIA DE CONTACTOS INICIAL	24
5.2 VERIFICACIÓN DE NIVEL DE ACEITE	25
5.3 REVISIÓN DE CÁMARAS Y CONTACTOS	25
5.4 LLENADO DE ACEITE DEL INTERRUPTOR	28
6. MANTENIMIENTO AL INTERRUPTOR WESTINGHOUSE	29
6.1 MEDIDA DE RESISTENCIA DE CONTACTOS INICIAL	29
6.2 VERIFICACIÓN DEL NIVEL DE ACEITE	29
6.3 AJUSTES AL INTERRUPTOR WESTINGHOUSE	29
6.3.1 Contactos Fijos	29
6.3.2 Contactos Móviles	30
6.4 LLENADO DE ACEITE DEL INTERRUPTOR	30
6.5 LUBRICACION DEL MECANISMO	30
6.5.1 Lubricaciones Externas	31
7. MANTENIMIENTO AL INTERRUPTOR ABB TIPO HPL MECANISMO 311 LS	32
7.1 VERIFICACIÓN PRESION DE GAS	33
7.2 MEDIDA DE RESISTENCIA DE CONTACTOS	33
7.3 REVISION DE CÁMARAS Y CONTACTOS	33
7.4 LUBRICACION DEL MECANISMO DE CONTROL ASEA TIPO BLK	34
7.5 LUBRICACION DEL MECANISMO DE OPERACIÓN	36
7.6 MANTENIMIENTO EXTERNO	37
8. MANTENIMIENTO AL INTERRUPTOR ASEA HLD 145	38



8.1	VERIFICACIÓN DEL NIVEL DE ACEITE	39
8.2	MEDIDA DE RESISTENCIA DE CONTACTOS	40
8.3	REVISIÓN DE CÁMARAS Y CONTACTOS	40
8.4	REVISIÓN CÁMARA DE DISIPACION DE ARCO	43
8.5	AJUSTE DE FLANCHE	43
8.6	LLENADO DEL INTERRUPTOR	44
9.	MANTENIMIENTO AL INTERRUPTOR ASEA HLR 145	45
9.1	VERIFICACIÓN NIVEL DE ACEITE Y PRESION DEL NITROGENO	45
9.2	MEDIDA RESISTENCIA DE CONTACTOS	45
9.3	REVISIÓN DE CÁMARAS Y CONTACTOS	45
9.4	LLENADO Y PRESURIZACION DEL INTERRUPTOR	51
9.5	LUBRICACION Y AJUSTE DEL MECANISMO BLG 302C - 352C OPERADO A MOTOR	52
9.5.1	Revisión Externa	52
10.	MANTENIMIENTO AL INTERRUPTOR SPRECHER & SCHUH	53
10.1	VERIFICACIÓN DEL NIVEL DE ACEITE	53
10.2	MEDIDA DE RESITENCIA DE CONTACTOS	53
10.3	REVISIÓN DE CÁMARAS Y CONTACTOS	53
10.4	LLENADO DEL INTERRUPTOR	57
10.5	LUBRICACION DEL MECANISMO DE OPERACIÓN DEL INTERRUPTOR	57
11.	PRUEBAS A INTERRUPTORES DE POTENCIA	59
11.1	FACTOR DE POTENCIA	59
11.1.1	Objetivo General de la Prueba	59
11.1.2	Descripción del equipo de prueba	59
11.1.3	M4150 Referencia De Calibración En Campo	61
11.1.4	M4120 Módulo De Referencia Externa	61
11.1.5	M4100 Especificaciones Técnicas	61
11.1.6	Factores De Seguridad	62
11.1.7	Descripción De La Prueba	64
11.1.8	Resultados esperados	66
11.2	PRUEBAS DINÁMICAS	66
11.2.1	Objetivo General de La Prueba	66
11.2.2	Descripción Del Equipo	67
11.2.3	Especificaciones de desplazamiento	70



11.2.4 Factores de seguridad	72
11.2.5 Descripción de la prueba	74
11.2.6 Procedimiento de las pruebas	74
11.2.7 Después de la prueba	77
11.2.8 Resultados esperados	78
11.3 RESISTENCIA DE AISLAMIENTO	79
11.3.1 Objetivo general de la prueba	79
11.3.2 Descripción del equipo	80
11.3.3 Factores de seguridad	81
11.3.4 Descripción de la prueba	82
11.4 RESISTENCIA DE CONTACTOS	83
11.4.1 Objetivo general de la prueba	83
11.4.2 Descripción del Equipo: MOM600	84
11.4.3 Factores de seguridad	85
11.4.4 Descripción de la prueba	86
11.4.5 Realización de la prueba	86
11.4.6 Resultados Esperados	87
11.5 RIGIDEZ DIELECTRICA DEL ACEITE	88
11.5.1 Objetivo principal	88
11.5.2 Descripción del equipo	88
11.5.3 Factores de seguridad	90
11.5.4 Descripción de la prueba	91
11.6 TABLERO DE CONTROL Y CONTROL DE LA CAJA DEL INTERRUPTOR	91
11.6.1 Objetivo general de la prueba	91
11.6.2 Equipos	91
11.6.3 Factores de seguridad	92
11.6.4 Descripción de la prueba	92
12. PROCEDIMIENTO DE LA DEVOLUCIÓN DE LA MANIOBRA	94
CONCLUSIONES	95
RECOMENDACIONES	97
BIBLIOGRAFIA	98
ANEXOS	100

**INDICE DE FIGURAS**

	PAGINA
FIGURA 1 Partes del Interruptor Oerlikon	23
FIGURA 2 Cámara y contactos del Interruptor oerlikon	25
FIGURA 2.1 Contactos Interruptor oerlikon	27
FIGURA 2.2 Cámara de Contactos Interruptor oerlikon	27
FIGURA 3 Interruptor ABB Tipo HPL	32
FIGURA 4 Número de Interrupciones entre dos inspecciones consecutivas con diferentes corrientes de corte.	34
FIGURA 5 Mecanismo de control de Interruptor Asea tipo BLK	34
FIGURA 6 Diagrama Elemental del mecanismo de operación en posición de interruptor abierto con los muelles de cierre sin tensar	36
FIGURA 7 Interruptor ASEA HLD 145	38
FIGURA 8 Indicador de nivel de aceite	39
FIGURA 9 Cámara de Contactos Interruptor HLD 145	41
FIGURA 10 Grúa de extracción cámara de interrupción	42
FIGURA 11 Cámara de disipación de arco	42
FIGURA 12 Imagen Ajuste de flanche en campo	43
FIGURA 13 Partes Del Interruptor ASEA HLR 145	47
FIGURA 14 Cámara de contactos Interruptor HLR 145	48
FIGURA 15 Cámara de contactos Interruptor ASEA HLR 145	49
FIGURA 16 Cámara de contactos Interruptor ASEA HLR 145	50
FIGURA 17 Sistema de apertura o amortiguador de disparo	51
FIGURA 18 Cámaras y contactos Interruptor Sprecher & Schuh	56
FIGURA 19 Equipo analizador de aislamiento M4000	59
FIGURA 20 Componentes M4100	60
FIGURA 21 Componentes de equipo utilizado para las pruebas dinámicas TR3100	67
FIGURA 22 Transductor de conexión al interruptor	68
FIGURA 23 Gráfica de comportamiento dinámico al cierre de contactos del interruptor	70
FIGURA 24 Gráfica comportamiento dinámico del interruptor en sobredesplazamiento al cierre	70
FIGURA 25 Gráfica comportamiento dinámico del interruptor en sobredesplazamiento a la apertura	71
FIGURA 26 Gráfica comportamiento dinámico del interruptor de rebote al cierre	71
FIGURA 27 Gráfica comportamiento dinámico del interruptor de rebote a la apertura	72



FIGURA 28 Gráfica comportamiento dinámico del interruptor de rebote a la apertura	77
FIGURA 29 Equipo Megger AVO BM25	80
FIGURA 30 Diagrama de conexión para la prueba de resistencia de aislamiento	83
FIGURA 31 Equipo Microhmeter utilizado para la prueba de resistencia de contactos	84
FIGURA 32 Diagrama de conexión para realización de prueba de resistencia de contactos en interruptores de 115 kV	87
FIGURA 33 Equipo utilizado para la prueba de rigidez dieléctrica del aceite. (Chispómetro)	88
FIGURA 34 Equipo de prueba Fluke para pruebas en panel de control de interruptor	92

INDICE DE TABLAS

	PAGINA
TABLA 1 Tipos de interruptores y valores nominales de tensión	12
TABLA 1a-b Periodos de intervención interruptor HLR 145 y HLD 145 e Interruptor Sprecher Schuh	16
TABLA 1c-d-e Tabla 1e. Periodos de Intervención interruptores en SF6 y aceite	17-18
TABLA 2 Partes del interruptor oerlikon	24
TABLA 3 Partes de la cámara y contactos del interruptor oerlikon	26
TABLA 4 Valores recomendados por Doble de Voltaje para Interruptores	65
TABLA 5 Pruebas realizadas rutinariamente en interruptores trifásicos	65
TABLA 6 Valores esperados en la prueba de factor de potencia para diversos tipos de interruptores	66
TABLA 7 Especificaciones técnicas equipos TR 3100 y TR 9000	69
TABLA 8,1 Resultados esperados para las diversas marcas de interruptores de 115 kV con respecto a las pruebas dinámicas	78
TABLA 8,2 Resultados esperados para las diversas marcas de interruptores de 115 kV con respecto a las pruebas dinámicas	79
TABLA 9 Especificaciones técnicas de equipo de medida de resistencia entre contactos del interruptor	85
TABLA 10,1 Resultados esperados para la prueba de resistencia de contactos en diferentes tipos de fabricantes	87
TABLA 10,2 Resultados esperados para la prueba de resistencia de contactos en diferentes tipos de fabricantes	88
TABLA 11 Especificaciones técnicas medidor de rigidez dieléctrica del aceite	89

INTRODUCCIÓN

En el desarrollo de los sistemas de potencia se ha visto incluido la creación y el desarrollo de diversos tipos de subestaciones, en las cuales, se trabajan diversos niveles de tensión, para nuestro caso 115 kV es el nivel que mas se maneja en las subestaciones de Bogotá y Cundinamarca. Se debe tener en cuenta que para obtener un óptimo servicio se deben realizar diversas labores de mantenimiento en todas sus fases: Preventivo, Predictivo y correctivo, que permita garantizar a los consumidores una estabilidad en el servicio.

Existe un elemento que es común a todos los sistemas de energía, renovables o no, en baja o en alta tensión, en corriente alterna o corriente continua, en la generación, transmisión o distribución; usado como elemento de interconexión: **un interruptor de potencia** es un dispositivo cuya función consiste en interrumpir y/o restablecer la conducción de corriente en un circuito eléctrico. Este cambio de estado se puede efectuar bajo carga, para despejar por ejemplo una falla; o bien por razones de servicio para conectar o desconectar cualquier tipo de equipo eléctrico o línea de transmisión. [22]

Existen diferentes formas de energizar los circuitos de control. Para obtener una mayor confiabilidad, estos circuitos se conectan a bancos de baterías. Este tipo de energización, sí bien aumenta los índices de confiabilidad, también aumenta el costo y los requerimientos de manutención exigidos por las baterías. Las tensiones más empleadas por estos circuitos son de 48 y 125 V. También es común energizar estos circuitos de control, a través de transformadores de servicios auxiliares, conectados desde las barras de la central generadora o subestación, con un voltaje secundario en estrella de 400/231 Voltios. [21]

Por su capacidad, por su tensión de operación o por su clase, se pueden clasificar de distintas maneras, pero como regla general se agrupan según la tecnología empleada para apagar el arco eléctrico que se forma entre los contactos cuando comienza la operación de apertura o termina la operación de cierre. En otras palabras, se puede decir que existe una correlación entre tensión y tipo de interruptor que se muestra en la siguiente tabla: [22]

TENSIONES NOMINALES Y TIPO DE INTERRUPTORES									
TECNICA DE CORTE	TENSIONES EN kV								
	0	1	3	12	24	36	72.5	245	765
AIRE									
ACEITE									
AIRE COMPRIMIDO									
SF6									
VACIO									

Tabla 1. Tipos de interruptores y valores nominales de tensión.

IMPORTANCIA DEL TRABAJO

Los interruptores se pueden clasificar por su nivel de tensión y su forma de extinción de arco eléctrico que se produce por el corte en el fluido de la corriente que pasa a través de las cámaras del interruptor.

Arco Eléctrico

Cuando un interruptor abre un circuito con carga o por despejar una falla es inevitable la presencia del arco eléctrico, la que sin duda es una condición desfavorable, en la operación de interruptores. Durante la presencia del arco se mantiene la circulación de corriente en el circuito de potencia. Las características del arco dependen, entre otras cosas de:

- La naturaleza y presión del medio ambiente donde se induce.
- La presencia de agentes ionizantes o desionizantes.
- La tensión entre los contactos y su variación en el tiempo.
- La forma, separación y estructura química de los contactos.
- La forma y composición de la cámara apaga chispas.
- El Sistema de extinción del arco.

La generación del arco se debe a la ionización del medio entre los contactos, haciéndolo conductor, lo que facilita la circulación de corriente. La presencia de iones se origina por la descomposición de las moléculas que conforman el medio entre los contactos, producto de colisiones entre éstas y los electrones aportados por la corriente. Se puede decir que la emisión de electrones desde la superficie de los contactos de un interruptor, se debe a las siguientes causas:

- Aumento de temperatura, originando una emisión termo-iónica de electrones.
- Presencia de un alto gradiente de tensión, responsable de la emisión de electrones por efecto de campo.

Formas de Extinguir el Arco

En los interruptores de potencia una de las formas de extinguir el arco, es aumentando la resistencia que ofrece el medio a la circulación de corriente.

La resistencia del arco puede aumentarse enfriando el arco, o bien alargándolo, o dividiéndolo. El inconveniente de este último método, es que la energía que debe ser disipada es alta, razón por la cual su uso se limita a aplicaciones en baja y media tensión tanto en corriente alterna como en continua.



Como se ha mencionado existen distintos tipos de interruptores de potencia, a saber:

- **Aire libre:** El proceso de interrupción del arco se basa en la desionización natural de los gases por la acción refrigerante del aire circundante que se encuentra a menor temperatura. Para facilitar el corte de corriente se somete al arco a un proceso de estiramiento con el fin de aumentar su resistencia y favorecer su enfriamiento. También se pueden emplear diversos métodos para facilitar el corte como son la división y la constricción del arco.
- **Aceite:** aquí se incluyen los interruptores de gran volumen como los de pequeño volumen ya que ambos tienen el mismo proceso de interrupción de la corriente: los contactos se encuentran inmersos en aceite y al comenzar a separarse, el arco eléctrico que se forma vaporiza el aceite y lo descompone en hidrógeno, metano y etileno; enfriando energéticamente la columna del arco, consiguiéndose así el apagado del arco.
- **Aire comprimido:** Estos interruptores basan su acción en soplar el arco que se forma entre los electrodos mediante la apertura de una válvula de aire comprimido que estira y enfría el arco. El sentido del flujo de aire los divide en de sople axial, radial o cruzado.
- **Vacío:** Estos interruptores poseen los contactos inmersos en una cápsula con alto vacío que es el encargado de apagar el arco eléctrico debido a la altísima rigidez dieléctrica que alcanza el aire a una presión de 10^{-4} ó 10^{-5} [Pa] (Pascuales). Existen combinaciones en serie de hasta cinco cámaras con lo cual se logra alcanzar tensiones de 132 [kV].
- **SF₆:** Los interruptores con este gas pueden librar las fallas hasta en dos ciclos y para limitar las sobretensiones producidas por esta velocidad, los contactos vienen con resistencias limitadoras.

Propiedades del SF₆: Es un gas químicamente estable e inerte, su peso específico es de 6.14 g/l. Alcanza unas tres veces la rigidez dieléctrica del aire, a la misma presión. A la temperatura de 2000 °K conserva todavía alta conductividad térmica, que ayuda a enfriar el plasma creado por el arco eléctrico y al pasar por cero la onda de corriente, facilita la extinción del arco. Físicamente el gas tiene características electronegativas, o sea, la propiedad de capturar electrones libres transformando los átomos en iones negativos, lo cual provoca en el gas las altas características de ruptura del arco eléctrico y por lo tanto la gran velocidad de recuperación dieléctrica entre los contactos, después de la extinción del arco.



Las principales averías de este tipo de interruptores son las fugas de gas, que requieren aparatos especiales para detectar el punto de la fuga. En un aparato bien instalado, las pérdidas de gas deben ser inferiores al 2% anual del volumen total de gas encerrado dentro del aparato.

En caso de pérdida total de la presión del gas y debido a la alta rigidez dieléctrica del SF₆, la tensión que pueden soportar los contactos cuando están abiertos es igual al doble de la tensión de fase a tierra. De cualquier forma, no es conveniente operar un interruptor de SF₆ cuando ha bajado su presión por una fuga y debe ser bloqueado el circuito de control de apertura para evitar un accidente.

En los interruptores trifásicos, la apertura de los contactos es simultánea, aunque conviene que haya dispersión de un milisegundo, entre los tres polos; se entiende por dispersión a la diferencia en tiempo que existe entre el instante del cierre del primero y el instante de cierre del último polo del interruptor. El uso de la dispersión es importante, pues sirve para reducir las sobre tensiones debidas a impulsos por maniobra.

OBJETIVO GENERAL DEL MANUAL

Establecer una estrategia de ejecución en un plan de mantenimiento preventivo, encaminado al logro de la máxima confiabilidad y disponibilidad del interruptor, respondiendo los más altos estándares de experiencia y calidad en mantenimiento, permitiendo la mejora de sus condiciones dieléctricas y / o mecánicas actuales, la continuidad en su funcionamiento y la elaboración de un diagnóstico real del mismo, identificando sus componentes a reparar o reemplazar oportunamente. Lo anterior soportado mediante la ejecución de pruebas específicas de parámetros relevantes, con la utilización de equipos de avanzada tecnología.

El siguiente manual se encuentra dirigido a personal con conocimientos en el manejo de la energía eléctrica como los son Ingenieros, técnicos y tecnólogos relacionados con el campo de la Energía eléctrica.



1. PERIODOS DE INTERVENCIÓN

Los periodos de intervención establecen los lapsos de tiempo mas adecuados para intervenir los diferentes tipos de interruptores.

INTERRUPTOR HLR 145 Y HLD 145.

INTERVALOS DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD
1 mes	<input type="checkbox"/> Comprobar funcionamiento.
Semestralmente	<input type="checkbox"/> Inspección visual detallada del equipo
1 a 2 años (A)	<input type="checkbox"/> En la primera inspección se deben ajustar todas las uniones atornilladas tanto en el mecanismo como en el gabinete. <input type="checkbox"/> Lubricación de los cojinetes. <input type="checkbox"/> Pruebas de rigidez dieléctrica al aceite. <input type="checkbox"/> Control de presión. <input type="checkbox"/> Inspección visual general.
3 a 4 años (B)	<input type="checkbox"/> Actividades de A <input type="checkbox"/> Control de aceite (Rigidez dieléctrica). <input type="checkbox"/> Control del desgaste de contactos (resistencia eléctrica de contactos). <input type="checkbox"/> Verificar el mecanismo de operación.
6 a 8 años (C)	<input type="checkbox"/> Actividades de A y B. <input type="checkbox"/> Apertura y limpieza de la cámara de interrupción. <input type="checkbox"/> Control de herrumbre y Pintura. <input type="checkbox"/> Control de aceite de dispositivos de amortiguación.
12 a 16 años (D)	<input type="checkbox"/> Actividades A; B y C. <input type="checkbox"/> Revisión completa de los dispositivos de la cámara de interrupción. <input type="checkbox"/> Reemplazo de partes desgastadas. <input type="checkbox"/> Pintura.

Tabla 1a.Periodos de intervención interruptor HLR 145 y HLD 145

INTERRUPTOR SPRECHER

Anualmente	<input type="checkbox"/> Limpie el interior de cada polo con aceite nuevo. <input type="checkbox"/> Ajuste todas las uniones atornilladas tanto en el mecanismo como en el gabinete. <input type="checkbox"/> Inspecciones de los contactos. <input type="checkbox"/> Verifique la lubricación de engranajes del motor y mecanismo de operación.
Cada 12 años.	Reacondicionamiento general, reemplazo de piezas desgastadas o deterioradas.

Tabla 1b. Periodos de intervención Interruptor Sprecher

**INTERRUPTORES EN SF6**

INTERVALOS DE INSPECCIÓN	ACTIVIDAD
Semanalmente	<input type="checkbox"/> Inspección visual general del equipo.
Semestralmente	<input type="checkbox"/> Inspección visual detallada del equipo <input type="checkbox"/> Revisión termográfica
En los 2 primeros años (A)	<input type="checkbox"/> En la primera inspección se deben ajustar todas las uniones atornilladas tanto en el mecanismo como en el gabinete. <input type="checkbox"/> Lubricación de los cojinetes. <input type="checkbox"/> Control de presión de SF6 y del sistema del compresor. <input type="checkbox"/> Inspección visual general. <input type="checkbox"/> Pruebas de rutina.
Cada 6 años (B)	<input type="checkbox"/> Actividades de A <input type="checkbox"/> Control de herrumbre. <input type="checkbox"/> Pintura. <input type="checkbox"/> Comprobación del nivel de aceite de los amortiguadores si es preciso.
Cada 12 años	<input type="checkbox"/> Actividades de A y B. <input type="checkbox"/> Apertura, limpieza y revisión completa de los dispositivos de la cámara de interrupción. <input type="checkbox"/> Reemplazo de partes desgastadas.
MECANISMO DE OPERACION	<input type="checkbox"/> Después de 5000 operaciones.

Tabla 1c. Periodos de Intervención interruptores en SF6

CONTROL DE CONTACTOS EN INTERRUPTORES

El control de contactos se realiza para analizar el estado interno del interruptor, este permite definir el tipo de mantenimiento a realizar.

Interruptores en Aceite.

ASEA HLR Y HLD	OERLIKON TOFQ 150.12	SPRECHER HPF 311 LS
4 interrupciones a plena carga y/o corriente nominal.	5 interrupciones a corriente de corto circuito.	6 operaciones a corriente de corto circuito nominal.
8 interrupciones de 60% de la corriente nominal.	10 interrupciones al 50% de la corriente de corto circuito.	1000 Operaciones a corriente nominal.
16 interrupciones de 30% de la corriente nominal.	500 interrupciones a 1250 A	
500 interrupciones de la corriente de servicio.		

Tabla 1d. Periodos de Intervención interruptores en aceite.



Interruptores en SF₆

MITSUBISHI 100 SFM	ABB LTB	ABB HPL 145
Después de 4000 operaciones a baja corriente de interrupción.	Después de 5000 interrupciones a corriente nominal.	Después de 5000 operaciones a 2 kA de interrupción.
Después de 2000 interrupciones a corriente nominal.	Después de 25 operaciones a corriente de corto circuito.	Después de 2000 interrupciones a corriente nominal.
o		Después de 20 operaciones a corriente de corto circuito.

Tabla 1e. Periodos de Intervención interruptores en SF₆



2. EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y MATERIALES

A continuación se citan los diferentes equipos, herramientas y materiales que se requieren para desarrollar las actividades de mantenimiento del interruptor.

- Compresor y sus aditamentos.
- Bomba manual y eléctrica para llenado y/o vaciado de aceites.
- Botiquín completo de Primeros auxilios.
- Cinta de Seguridad para acordonar la zona de trabajo.
- Pértigas y detector de tensión.
- Puestas a tierra portátiles.
- Herramientas en buen estado (llaves de copas, fijas y expansivas, hombre-solos, martillos, segueta, aparejo, kit de control de derrames de aceite, galgas de calibración, manual del fabricante, o manual de campo, manillas, etc.).
- Dotación Completa del personal (casco, guantes, botas, cinturón, overol, máscaras etc.).
- Escaleras dieléctricas.
- Aceite dieléctrico.
- Lienzo y estopa.
- Lubricantes.
- Pintura.
- Diluyente.
- Desengrasante.



3. FACTORES DE SEGURIDAD

Los factores de seguridad mínimos que se deben tener en cuenta para la realización de los trabajos de mantenimiento al interruptor, son:

3.1 DEL PERSONAL QUE REALIZA EL MANTENIMIENTO:

- Asegúrese del trabajo a realizar, si existe alguna duda, pregunte.
- Asegúrese de llevar al sitio de trabajo los equipos, herramientas y material necesario.
- Todo el personal debe tener la dotación necesaria para trabajar con elementos eléctricos, tales como botas dieléctricas, dotación completa (overol), cinturones, guantes, casco, barbuquejo y mascarar principalmente.
- Todo el personal debe respetar el área de demarcación y no salir de ella.
- Todo el personal debe conocer los riesgos que se deben tener al trabajar con los equipos de alta tensión y que deben respetar dichas normas.
- Se debe tener un medio de transporte habilitado para que en el momento de una emergencia se pueda salir rápidamente.
- Los automotores deben estar en posición de salida y parqueados en reversa.
- Botiquín de primeros auxilios.
- Camilla.
- Utilice herramientas aisladas en el momento de trabajar con tensiones.
- En el momento de utilizar las escaleras se debe tener mucho cuidado en entrarlas al patio y para trabajar con ellas deben quedar amarradas.
- Chequeo trimestral de la seguridad de los elementos de seguridad.

3.2 DE LOS EQUIPOS

- Jamás conectar el (los) equipo (s) a un espécimen energizado.
- Siempre se debe hacer la respectiva descarga a tierra del equipo antes de la prueba.
- Los equipos no deben utilizarse en áreas explosivas.
- Los equipos deben ser operados por personas calificadas, ya que un uso inadecuado puede causar serios daños al operario y al equipo.
- Es indispensable leer el manual del equipo, el cual indica claramente la operación del equipo y qué cuidados se deben tener al conectar y desconectar el equipo.
- Lo más prioritario en una prueba, son los pasos que deben tomarse para deshabilitar el interruptor, para prevenir operaciones inadvertidas durante la prueba, en una prueba de cierre del interruptor, los dos bujes deben ser



energizados al voltaje de prueba, y los contactos entre los bujes; los cables de pruebas deben ser retirados.

- Cuando el riesgo de disparo sea alto se deberá habilitar la alimentación de los interruptores hacia el control del equipo y colocar los selectores en posición desconectado, remover los fusibles y cualquier otra medida necesaria para asegurar que el interruptor sea inoperable.
- No se debe permitir que las terminales de los aparatos queden “flotando”, deben ser aterrizadas directamente, o a través de los cables de bajo voltaje, a menos que sean especificados de otra forma.
- Debe realizarse un chequeo general de los equipos de prueba cada semana y un chequeo exhaustivo, cada tres meses.



4. ACTIVIDADES PERLIMINARES AL MANTENIMIENTO

4.1 CHEQUEO DE ENTREGA DE LA MANIOBRA

Una vez realizada la maniobra, el Ingeniero de Mantenimiento junto con el personal designado para la coordinación de la maniobra y el operador, debe realizar las siguientes acciones y verificaciones:

- Seccionador de Línea Abierto.
- Seccionador de Barra Abierto.
- Seccionador de Barra Enclavado mecánicamente.
- Seccionador de Transferencia Abierto.
- Seccionador de Transferencia Enclavado mecánicamente.
- Cuchilla de Puesta a Tierra Cerrada.
- Interruptor Abierto.
- Coloque los letreros de seguridad de “personal trabajando en la línea”, y “no operar equipos”.
- Demarque el área de trabajo con una sola entrada hacia dicha área.
- Verifique la ausencia de alta tensión con el detector.
- Coloque las tierras portátiles sobre pases de la línea.
- Enclave, deshabilite los mandos eléctricos y coloque las tierras portátiles en el seccionador de barras por el lado hacia el interruptor.
- Coloque las tierras portátiles en el seccionador de transferencia por el lado hacia el módulo.
- Ubique un sitio definido para la colocación de herramientas e instrumentos necesarios para el mantenimiento.
- Ordene al personal para que ingrese al patio de conexiones.
- Llenar formato de indicaciones diarias de trabajo a cargo del Ingeniero de mantenimiento o supervisor a cargo.

5. MANTENIMIENTO AL INTERRUPTOR OERLIKON

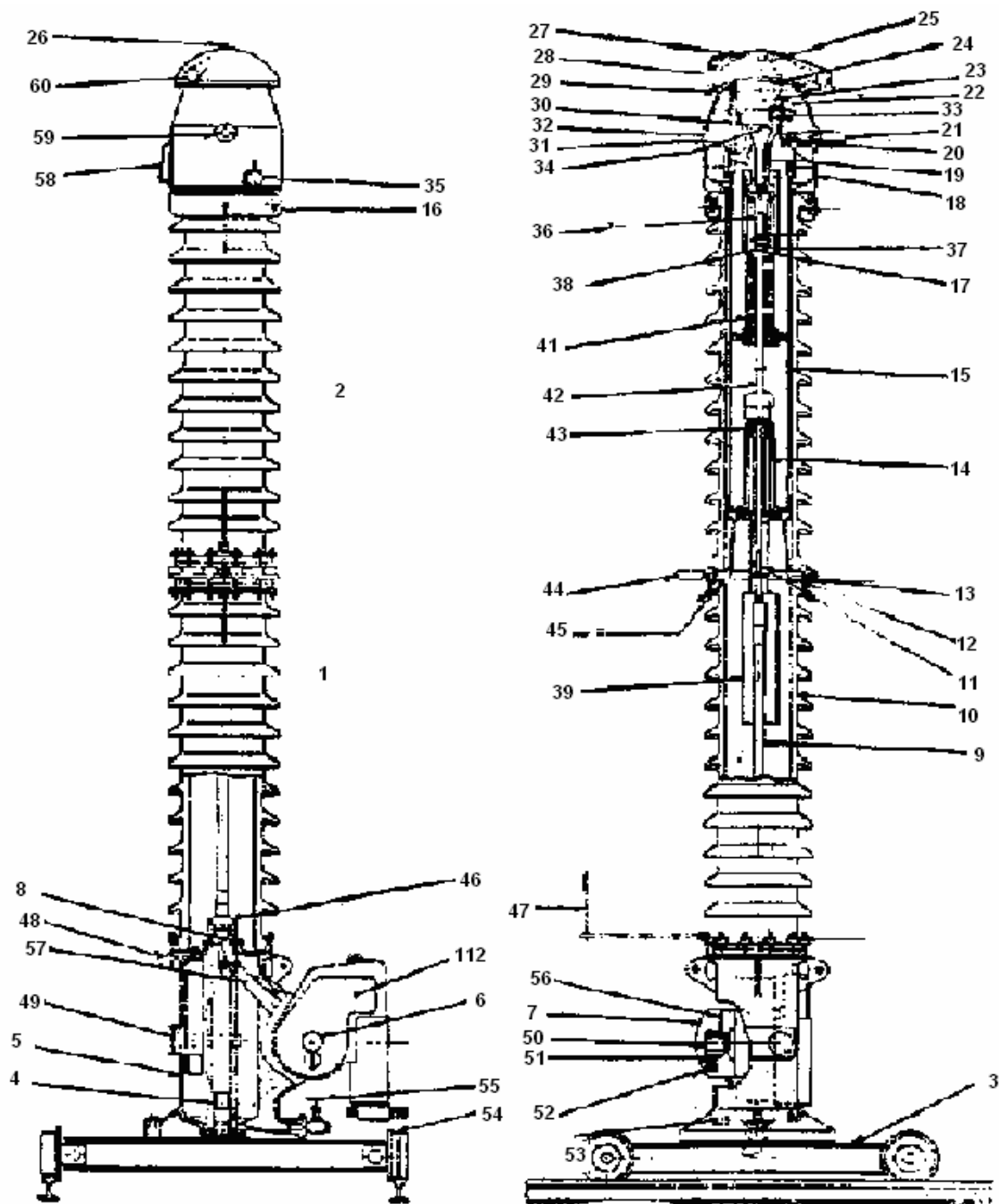


Figura 1. Partes del Interruptor Oerlikon



1	Sección inferior del interruptor	32	Tornillo sin fin de aumento de presión del aceite
2	Sección superior del interruptor	33	Perno de conexión
3	Línea superior con ruedas	34	Barra de izamiento
4	Amortiguador de apertura	35	Barra del perno
5	Base del polo	36	Contacto fijo
6	Eje principal del polo	37	Punta de arco
7	Palanca de operación	38	Dedo de arco
8	Acoplamiento	39	Cubierta del voltaje de sobre-corriente
9	Varilla de conexión aislada	40	N.A
10	Botón aislador	41	Cámara de extinción
11	Amortiguador de cierre	42	Varilla del contacto móvil
12	Brida intermedia	43	Contacto de la polea guía
13	Perno de extinción	44	Vástago del terminal inferior
14	Varilla de contacto guía	45	Empaque
15	Cilindro de presión	46	Bloque guía
16	Base cámara de contactos	47	Disipadores de arco
17	Dedo de contacto	48	Tornillo para izar
18	Cabeza de polo	49	Calefactor
19	Terminal de conexión superior	50	Eje principal del polo
20	Brida del terminal superior	51	Palanca
21	Vástago de conexión superior	52	Perno
22	Cámara separadora	53	Etiqueta
23	Tubo de conexión	54	Abrazadera de anclaje
24	Tapa intermedia	55	Válvula de drenaje de aceite
25	Cámara de expansión de gas	56	Indicador de posición
26	Perno de extinción	57	Cubierta
27	Cubierta	58	Medida de nivel de aceite
28	Tuerca	59	Brida de fijación del perno
29	Perno fijador de la cubierta	60	Válvula de escape
30	Perno fijador de la cubierta	112	Unidad de operación del polo
31	Brida de extinción de la palanca		

Tabla 2. Partes del interruptor oerlikon.

5.1 MEDIDA RESISTENCIA DE CONTACTOS INICIAL.

Para realizar la prueba de resistencia de contactos inicial se procede a:

- Verifique la posición del interruptor en abierto
- Coloque el selector en posición local
- Verifique la posición de guarda motor en desconectado
- Ordene el cierre al interruptor en posición local
- Coloque la posición del selector en desconectado
- Conectar el equipo MOM 600 (Microhómímetro) en cada polo del interruptor inyectando 100 amperios en la escala de 100 A y registre los resultados de la prueba de resistencia de contactos inicial en el protocolo de mantenimiento, así:

Fases	ϕA	ϕB	ϕC
Antes del Mantenimiento			

Fases	ϕA	ϕB	ϕC
Después del Mantenimiento			

5.2 VERIFICACIÓN NIVEL DE ACEITE

Revise el nivel de aceite en las tres fases (ϕA , ϕB y ϕC) y registre en el protocolo de mantenimiento, así:

Verifique el nivel de aceite, observando el visor de vidrio dispuesto en la parte superior del interruptor. Verifique estado del visor

Estado del visor	Fases		
	ϕA	ϕB	ϕC
Alto			
Bueno			
Bajo			

5.3 REVISIÓN DE CAMARAS Y CONTACTOS

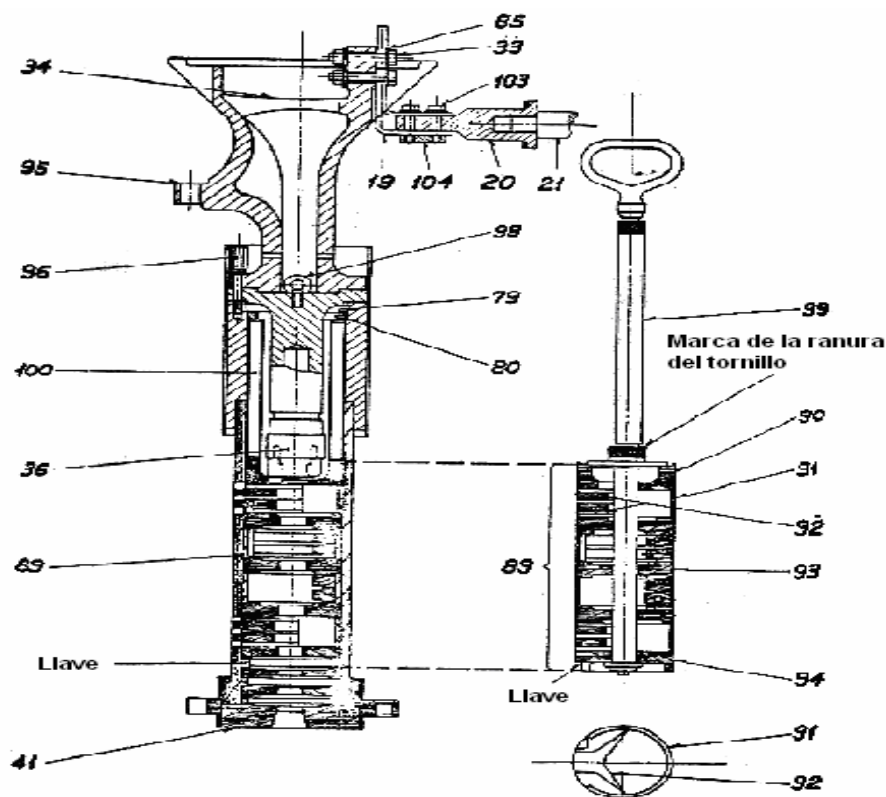


Fig. 2 Cámara y contactos del Interruptor oilikon.

Para la realización de la revisión de las cámaras y contactos móviles y fijos del interruptor se deberá proseguir como a continuación se indica:

33	Perno de conexión
34	Barra de izar
36	Contacto fijo
41	Cámara de extinción
79	Perno de fijación
80	Arco roscado
85	Placa
89	Bloque de compresión de arco
90	Cubierta del disco
91	Sección espaciadora
92	Bloque de arco
93	Sección del disco
94	Base del disco
95	Araña de brida
96	Arandela
98	Orejeta para izar
99	Adaptador a larga distancia
100	Amortiguador de manguito
	Conexiones terminales superiores
19	Terminal de conexión
20	Brida del Terminal superior
21	Vástago del Terminal superior
103	Perno hexagonal
104	Fibra de la placa

Tabla 3. Partes de la cámara y contactos del interruptor oerlikon.

1. Aliste las herramientas necesarias (llaves de 24 mm, 19 mm, 13 mm, grúas, recostaderos), llaves Bristol 8 mm, 9 mm a 10 mm.
2. Descargue el muelle de apertura y cierre, quitando la alimentación del motor y dando un mando de cierre y otro de apertura, realice un cierre manual para poder verificar el estado del contacto móvil.
3. Coloque las escaleras en fibra de vidrio por polo y amárrelas.
4. Acople las mangueras de vaciado del aceite en el grifo Fig. 1-58.
5. Apertura de la salida de aceite para vacio de aceite.
6. Abra el tapón del casquete superior Fig. 1-26.
7. De apertura lenta y mínima de salida de aceite
8. Vacíe completamente el aceite de los tres polos en canecas que no contengan humedad.
9. Desmonte el visor del nivel de aceite y verifique ausencia de fugas por el visor, si las hay corrijalas Fig. 1-58.
10. Desmonte el casquete superior.
11. Desmonte el tanque de silica que está instalado sobre el casquete superior Fig. 1-60.
12. Desmonte el casquete externo que comunica con la cámara Fig. 1-27.

13. Retire la parte superior de la cámara. Esta posee dentro de su armadura el contacto fijo, haga lo siguiente:

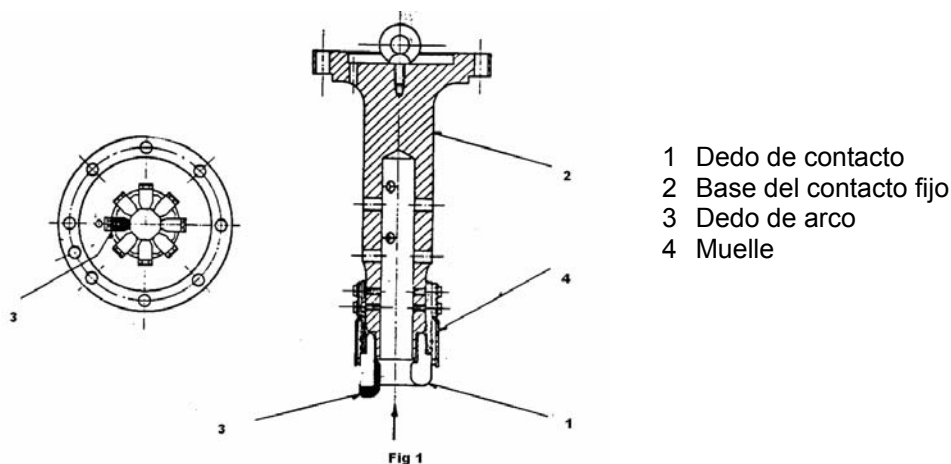


FIGURA 2.1 Contactos Interruptor oerlikon.

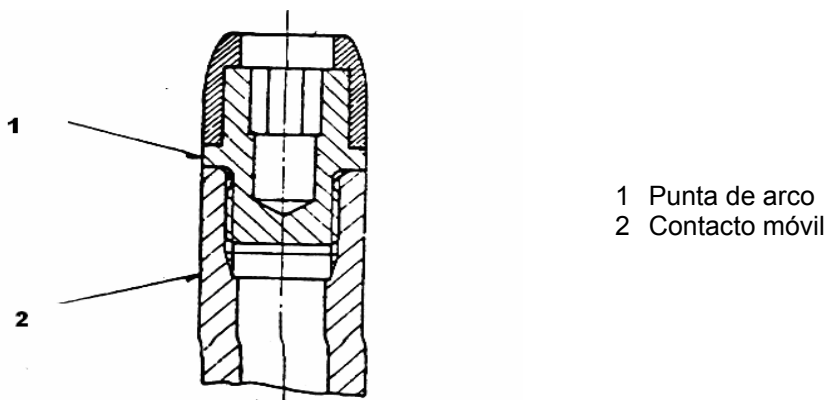


FIGURA 2.2 Cámara de Contactos Interruptor oerlikon.

- Utilice la llave BRISTOL #9 para retirar la parte superior de la cámara que es metálica, esta es la que se fija al polo por medio de tres tornillos.
- Saque el contacto fijo, este posee una vía más grande que los demás que sirve de chispero, (disipación de arco) verifique el estado de los contactos y determine el estado de contactos y resortes.
- Retire los dos tornillos que se encuentran a ambos extremos de la tuerca de presión roscada.
- Extraiga la tuerca roscada. Para ello emplee el accesorio OEK 2049 que es un cilindro con tres puntas para introducirlo en la base de la superficie en tres de sus extremos, gírelo.



- e) Extraiga el cilindro de flujo de aceite y el cilindro conservador de la parte interna de la cámara.
- f) Retire los platos de la cámara, estos están colocados intercaladamente en las reservas opuestas en forma de V.
- g) Luego de limpiar los platos y la cámara internamente inicie el armado, cuidando que las salidas de los platos den con las ranuras laterales del cono de la cámara donde están alojadas las ranuras. Estas ranuras laterales permiten el flujo del aceite a través de la cámara hacia el exterior del polo.
- h) Limpie el contacto fijo y mida su diámetro (aproximadamente 18mm), si posee menos de 12 mm, cambie la varilla; esto se logra abriendo el polo y extrayendo las dos puntas de porcelana.
 - a) Lave internamente el polo con aceite dieléctrico.
 - b) Monte la cámara.

5.4 LLENADO DEL INTERRUPTOR

Para el llenado del interruptor se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- 1) Verifique las posibilidades del estado climático durante la intervención de los polos y cámaras. No realizar bajo lluvia o neblina
- 2) Realice la prueba de rigidez dieléctrica con el Chispómetro al aceite de las canecas según norma para aceites reutilizados ASTM 186 a, distancia electrodos 1mm, electrodos DPA 75 V 5.1. Se espera una media mínima de 10 kV.
- 3) Quite el tapón de la parte superior Fig. 1-26.
- 4) Abra la válvula de drenaje Fig. 1-55.
- 5) Inicie el llenado de aceite por la llave inferior del polo.
- 6) Verifique el nivel de aceite en el visor de la parte superior Fig. 1 -58.
- 7) Realice la prueba final de rigidez dieléctrica al aceite por polo.
- 8) Después de llenado monte el tanque desecador de silica después de hecho su mantenimiento y con su silica cambiada Fig. 1-60.



6. MANTENIMIENTO AL INTERRUPTOR WESTINGHOUSE

6.1 MEDIDA RESISTENCIA DE CONTACTOS INICIAL.

Para realizar la prueba de resistencia de contactos inicial se procede así:

- Verifique la posición del interruptor en abierto
- Coloque el selector en posición local
- Verifique la posición de guarda motor en desconectado
- Ordene el cierre al interruptor en posición local
- Coloque la posición del selector en desconectado
- Conectar el equipo MOM 600 (Microhohimetro) en cada polo del interruptor inyectando 100 amperios en la escala de 100 A y registre los resultados de la prueba de resistencia de contactos inicial en el protocolo de mantenimiento, así:

Fases	ϕA	ϕB	ϕC	Fases	ϕA	ϕB	ϕC
Antes del Mantenimiento				Después del Mantenimiento			

6.2 VERIFICACIÓN NIVEL DE ACEITE

Revise el nivel de aceite en las tres fases (ϕA , ϕB y ϕC) y registre en el protocolo de mantenimiento, así:

Verifique el nivel de aceite, observando el visor de vidrio dispuesto en la parte superior del interruptor. Verifique estado del visor

Estado del visor	Fases		
	ϕA	ϕB	ϕC
Alto			
Bueno			
Bajo			

6.3 AJUSTES AL INTERRUPTOR WESTINGHOUSE

6.3.1 Contactos Fijos

El armazón del contacto fijo, incluyendo la válvula de escape de la rejilla “DEI-ON” se fija a la base del buje. En la mayoría de los casos, especialmente en las rejillas largas, es mejor realizado trasladando el pie del contacto desde la rejilla hasta atornillarlo en el buje [26].



6.3.2 Contactos Móviles

El contacto móvil en forma de U es asegurado a la base de la barra de izaje por cuatro tornillos con sus respectivas tuercas, estas tuercas deben ser ajustadas de manera que el travesaño del contacto móvil se encuentre en posición horizontal y el apoyo se encuentre en posición vertical. Para su calibración, y mantenimiento siempre debe estar el interruptor en posición abierto y el compresor con presión cero [26].

6.4 LLENADO DEL INTERRUPTOR

Para el llenado del interruptor se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Verifique las posibilidades del estado climático durante la intervención de los polos y cámaras. No realizar bajo lluvia o neblina.
- Realice la prueba de rigidez dieléctrica con el Chispómetro al aceite de las canecas según norma para aceites reutilizados ASTM 186 a, distancia electrodos 1mm, electrodos DPA 75 V 5.1. Se espera una media mínima de 10 kV.
- Quite el tapón de la parte superior.
- Abra la válvula de drenaje.
- Inicie el llenado de aceite por la llave inferior del polo.
- Verifique el nivel de aceite en el visor de la parte superior.
- Realice la prueba final de rigidez dieléctrica al aceite por polo.

6.5 LUBRICACIÓN DEL MECANISMO DE CONTROL

Para la lubricación del mecanismo del interruptor se deben seguir los pasos mencionados a continuación:

- Primero se debe llevar la presión del compresor a cero, y mecanismo descargado.
- Retire la tapa superior del gabinete
- Retire el polvo y la grasa de las bobinas y lubrique los mecanismos de la apertura y cierre.
- Verifique la correcta operación del circuito de calefacción.
- Realice el ajuste de los puntos de borneras del gabinete.
- Limpie y lubrique el mecanismo SINFIN.
- Limpie y lubrique el amortiguador de apertura de cierre.
- Limpie y lubrique el gatillo auxiliar de disparo.
- Limpie y lubrique el gatillo intermedio de disparo.



- Limpie y lubrique el gatillo principal de cierre.
- Limpie y lubrique el mecanismo dentado.
- Bloquee el resorte para mando manual.
- Coloque la manija para liberar el mecanismo y la piñonería.
- Precalibre con la reglilla la varilla de operación.
- Realice la limpieza de los contactos auxiliares.
- Verifique la correcta operación de los microswitch de final de carrera.
- Verifique la correcta operación del contador de operaciones.
- Verificación de puesta a tierra.

6.5.1 Lubricaciones Externas

- Lubricación de las engrasaderas de eje del mecanismo.
- cambio de valvulina de lubricación del engranaje

7. MANTENIMIENTO AL INTERRUPTOR ABB TIPO HPL MECANISMO 311 LS

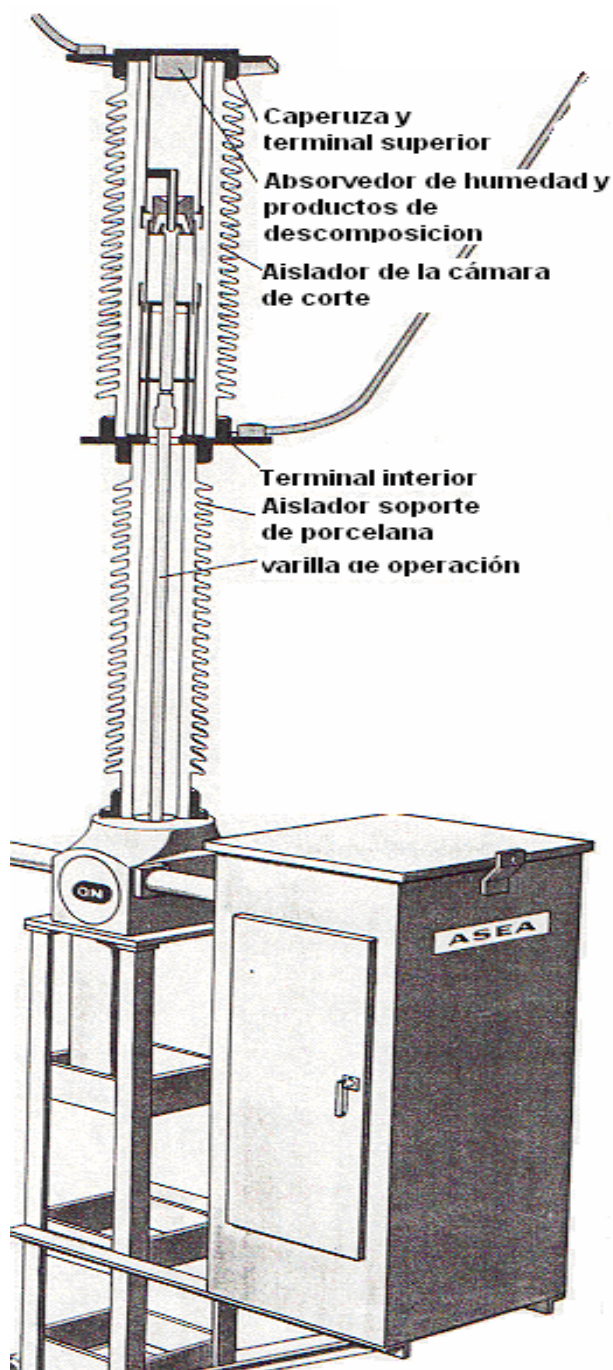


FIGURA 3. Interruptor ABB Tipo HPL.



Para la intervención al interruptor se deberá seguir las verificaciones y pruebas preliminares mencionadas a continuación:

7.1 VERIFICACION PRESION DE GAS

Revise el manómetro en las tres fases (ϕA , ϕB y ϕC) y registre en el protocolo de mantenimiento, así:

- Verifique la presión del gas SF₆, observando los manómetros.

PRESION DE GAS	FASES		
	ϕA	ϕB	ϕC
Nominal .51MPa			

7.2 MEDIDA RESISTENCIA DE CONTACTOS

Esta prueba se realiza con el propósito de verificar el estado mecánico de los contactos. La prueba de resistencia de contactos debe repetirse posteriormente a las actividades de mantenimiento.

El resultado de la prueba de resistencia de contactos inicial y final se debe registrar en el protocolo, así:

Fases (μΩ)	φA	φB	φC	Fases (μΩ)	φA			φB		φC	
Antes del Mantenimiento				Después del Mantenimiento		E	O	E	O	E	O
					Min	30		30		30	
					Max	60		60		60	
					Prom.	50		50		50	

E : Valor de resistencia esperado

O : Valor de resistencia obtenido

7.3 REVISIÓN DE CAMARAS Y CONTACTOS

Normalmente, los polos del interruptor HPL no necesitan inspección durante gran parte de la vida del interruptor. Pueden soportar como mínimo 20 interrupciones de 40 kA o 15 de 50 kA sin que el desgaste de los contactos o boquilla exceda los valores permitidos. Con menores corrientes de interrupción, el número de cortes entre dos inspecciones consecutivas aumenta de forma casi inversamente proporcional al cuadrado de la corriente, ver fig. 4

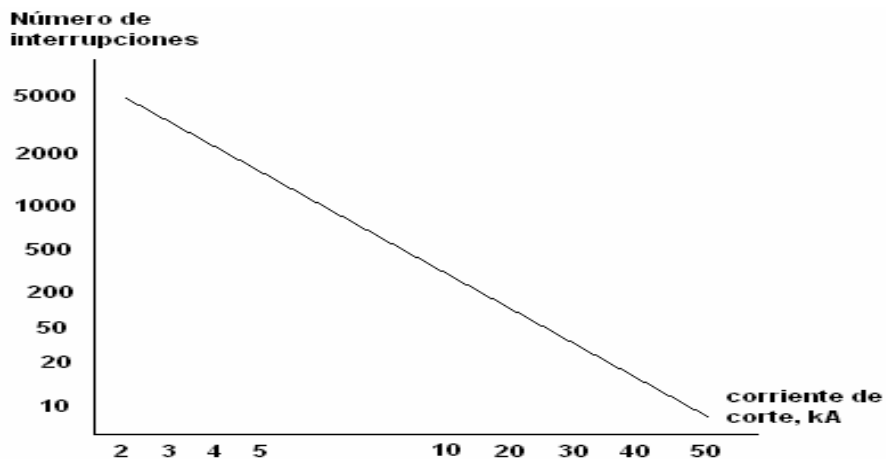


Figura 4. Número de Interrupciones entre dos inspecciones consecutivas con diferentes corrientes de corte.

7.4 LUBRICACIÓN DEL MECANISMO DE CONTROL ASEA TIPO BLK

Puerta frontal abierta		Puerta trasera abierta
1 Disparo manual	5 Contactos auxiliares	8 Bornas
2 ON/OFF eléctrico	6 termostato calefactor	9 Arrancador directo del motor
3 Conmutador local/remoto	7 para aplicación de manivela	
4 Contador		

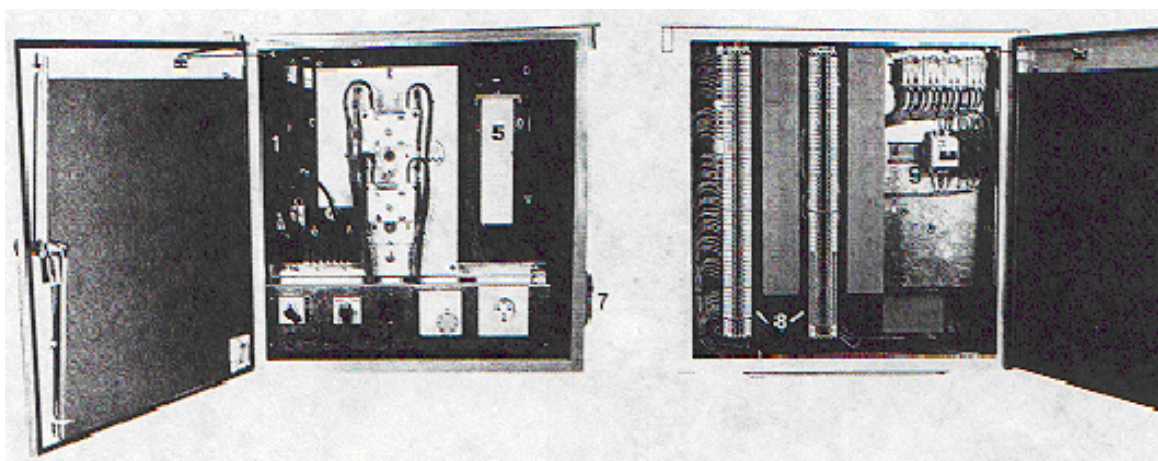


Figura 5. Mecanismo de control de Interruptor Asea tipo BLK.



Los mecanismos de operación de ABB están basados en resortes que suministren energía para accionar el interruptor. Son resortes individuales de disparo usualmente instalados en el interruptor y resortes de cierre instalados en el mecanismo de mando. [19]

Para la lubricación del mecanismo del interruptor se deben seguir los siguientes pasos:

- A) Descargar completamente el resorte bloqueando eléctricamente la operación del motor.
- B) Abra la tapa de alojamiento del mecanismo
- C) Limpieza del alojamiento del mecanismos de lienzo
- D) Retire la tapa lateral del gabinete
- E) Retire el polvo y la grasa de las bobinas y lubrique los mecanismos de la apertura y cierre.
- F) Verifique la correcta operación del circuito de calefacción, operar el breaker en ON
- G) Realice el ajuste de los puntos de borneras del gabinete
- H) Limpie y lubrique el mecanismo de apertura.
- I) Limpie y lubrique los accionamientos de apertura y cierre.
- J) Limpie y lubrique el gatillo de disparo.
- K) Limpie y lubrique el gatillo principal de cierre.
- L) Limpie y lubrique el tornillo sin fin.
- M) Realice la limpieza de los contactos auxiliares. Desconectar varilla BX
- N) Verifique la correcta operación de los microswitch de final de carrera del motor.
- O) Verifique la correcta operación del contador de operaciones.
- P) Tapado del alojamiento del mecanismo y verificación del estado del empaque y de la tortillería.
- Q) Revise que el amortiguador contenga el nivel de aceite adecuado y su sello correspondiente, de lo contrario complete su nivel.
- R) Verificación de la puesta a tierra.

Para la lubricación del mecanismo del interruptor se deben seguir los siguientes pasos:

1. Retire la tapa superior del gabinete
2. Retire el polvo y la grasa de las bobinas y lubrique los mecanismos de la apertura y cierre.
3. Verifique la correcta operación del circuito de calefacción
4. Realice el ajuste de los puntos de borneras del gabinete
5. Limpie y lubrique el mecanismo de apertura.
6. Limpie y lubrique la cadena de tensar con grasa para rodamientos.
7. Limpie y lubrique el amortiguador de la cadena de tensar.

7.5 LUBRICACIÓN DEL MECANISMO DE OPERACIÓN.

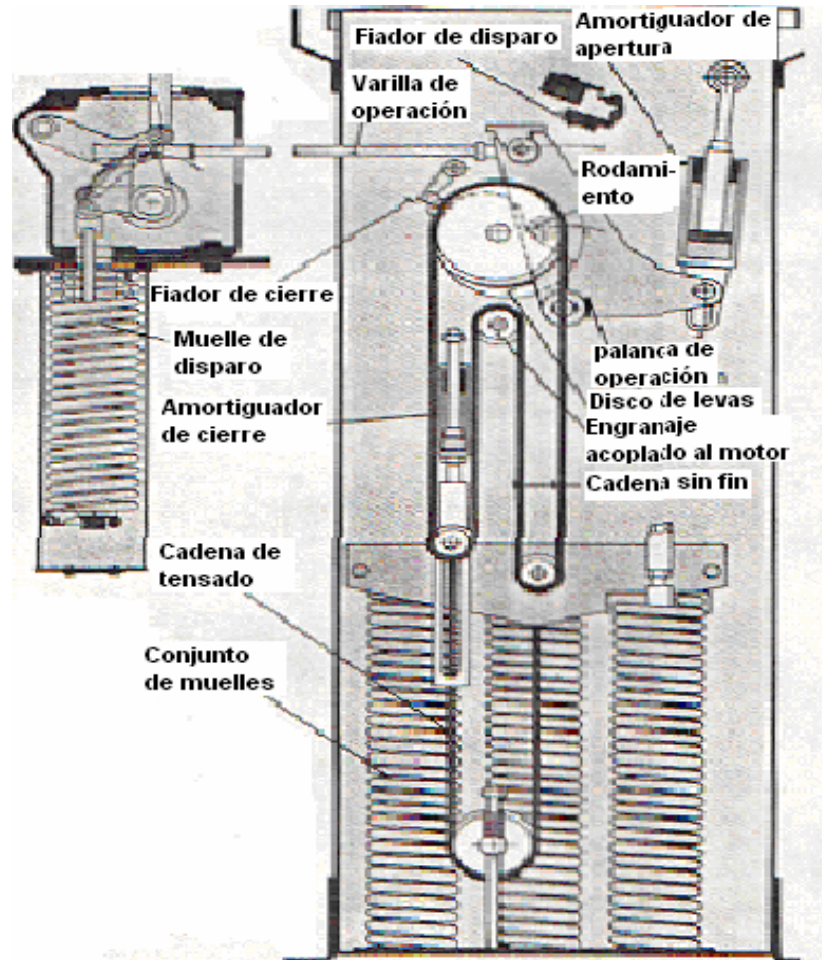


Figura 6. Diagrama Elemental del mecanismo de operación en posición de interruptor abierto con los muelles de cierre sin tensar.

8. Limpie y lubrique los accionamientos de apertura y cierre.
9. Limpie y lubrique el gatillo auxiliar de disparo.
10. Limpie y lubrique el gatillo principal de cierre.
11. Limpie y lubrique el mecanismo dentado.
12. Limpie y lubrique el amortiguador de apertura.
13. Bloquee el resorte para mando manual.
14. Coloque los pines en los trinquetes de bloque del resorte y de las bobinas de disparo.
15. Coloque la manija para liberar el mecanismo y la piñonería.
16. Desarme y limpie el embrague de fricción revisando las pastillas de embrague (no lubricación), dándole el torque necesario.



7.6 MANTENIMIENTO EXTERNO MECANISMO

- A) Revise los conectores de alta tensión y realice mantenimiento y aplique grasa de contactos.
- B) Verifique el buen estado del cable de alta tensión entre el interruptor y el equipo adyacente.
- C) Verificación y mantenimiento de las puestas a tierra.

8. MANTENIMIENTO AL INTERRUPTOR ASEA HLD 145

Para la intervención al interruptor se deberá seguir las siguientes verificaciones y pruebas preliminares:

- Registre en el protocolo de mantenimiento la fecha del último mantenimiento y el número de operaciones del interruptor antes y después de la entrega del módulo y pruebas realizadas.

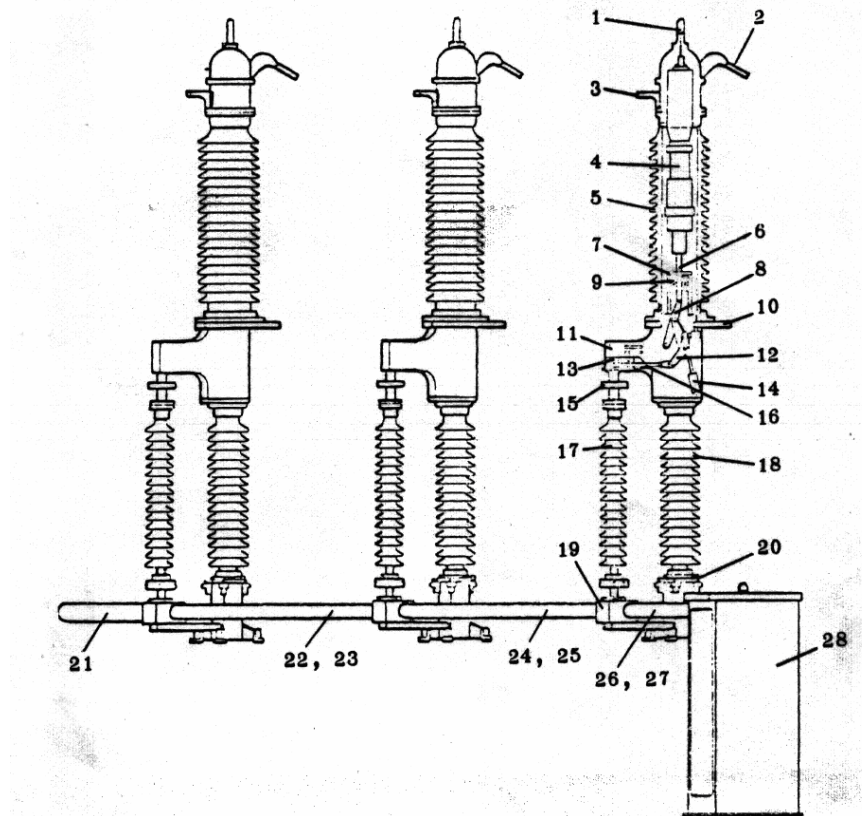


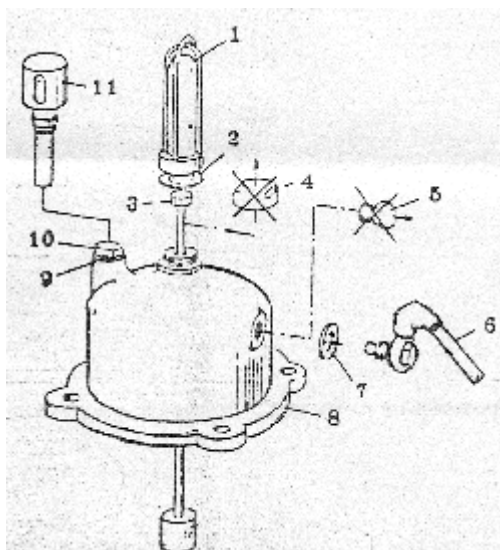
Figura 7. Interruptor ASEA HLD 145

1	Indicador nivel aceite	2	Válvulas sobre-presión
3	Terminal alta tensión	4	Cámara dispersión arco
5	Aislador de porcelana	6	Contacto móvil
7	contacto intermedio	8	Acople varilla contacto intermedio
10	Rodamiento	12	Acople calibración
14	Amortiguador	16	Señalización abierta y cerrada
18	Aislador soporte	21	(22,23,24) Varillaje

8.1 VERIFICACION NIVEL DE ACEITE

Revise el nivel de aceite en las tres fases (ϕA , ϕB y ϕC) y registre en el protocolo de mantenimiento:

Verifique el nivel de aceite, observando el visor de vidrio dispuesto en la parte superior del interruptor. Verifique estado del visor.



1	Vaso para nivel de aceite
2	Empaquetadura
3	Indicador de nivel de aceite
4	Tapa para el transporte
5	Tapón para el transporte
6	Válvula de descarga de gas
7	Empaquetadura
8	Casquete superior
9	Empacadura
10	Tapón para llenado de aceite
11	Vaso sílica

Figura 8 Indicador de nivel de aceite.

NIVEL ACIETE	FA	FB	FC
ALTO			
MEDIO			
BAJO			



ALTO
BUENO
BAJO

Imagen Indicador de Nivel de Aceite.



8.2 MEDIDA RESISTENCIA DE CONTACTOS

OBJETIVO GENERAL DE LA PRUEBA

Esta prueba se realiza con el propósito de verificar el estado mecánico de los contactos.

La prueba de resistencia de contactos debe repetirse posteriormente a las actividades de mantenimiento.

Registrar el resultado de la prueba de resistencia de contactos inicial y final en el protocolo, así:

HLD-145-1250-B

Fases ($\mu\Omega$)	ϕA	ϕB	ϕC	Fases ($\mu\Omega$)	ϕA			ϕB		ϕC	
Antes del Mantenimiento				Después del Mantenimiento		E	O	E	O	E	O
					Min.	85		85		85	
					Máx.	90		90		90	
					Prom.	87		87		87	

E : Valor de resistencia esperado

O : Valor de resistencia obtenido

8.3 REVISIÓN DE CÁMARAS Y CONTACTOS

Para la realización de la revisión de las cámaras y contactos móviles y fijos del interruptor se deberá proseguir como a continuación se indica:

1. Aliste las herramientas necesarias (llaves de 24 mm, 19mm, 13 mm, grúas, recostaderos)
2. Se debe descargar el mecanismo completamente y dejar el interruptor cerrado para poder revisar el contacto móvil.
3. Coloque las escaleras en fibra de vidrio por polo y amárrelas.
4. Acople las mangueras de vaciado del aceite en la válvula de drenaje.
5. Antes de dar apertura para el vaciado de aceite de los polos se verifica el correcto funcionamiento del indicador con corcho del nivel de aceite por polo, ver figura 8.
6. Apertura de salida de aceite:
7. Abra el tapón del casquete superior 8 Ítem 8.
8. De apertura lenta y mínima de salida de aceite.
9. Vacíe completamente el aceite de los tres polos, en canecas que no contengan humedad.
10. Desmonte del casquete superior.
11. Acople de accesorios para extraer el contacto fijo con la cúpula.

12. Mida el desgaste del contacto móvil. Coloque la regla nivel en la base de la brida y mida la distancia hasta el contacto clavija y luego hasta el asiento del contacto fijo, si hay desgaste el resultado dará 56 mm. Si esto se presenta cambie el contacto. Si no hay desgaste el resultado nos dará 50 mm, ver figura 9.
13. Instale la grúa para extracción de la cámara, según diseño, ver figura 10. Esta grúa va soportada en la parte superior del polo.
14. Desmonte la cámara de interrupción con la grúa, ver figura 10

- 1) Caperuza superior
- 2) Tornillo.
- 3) Resortes de platillos.
- 4) Anillo de presión.
- 5) Tubo de presión y contacto fijo.
- 6) Tuerca.
- 7) Arandela resorte.
- 8) Cúpula.
- 9) Brida.
- 10) Regla.
- 11) Cámara de interrupción.
- 12) Superficie de medida.
- 13) Contacto móvil.
- 14) Varilla de medición.
- 15) Arandela.

Dimensiones a1 y a2 en mm:

Punta nueva	Punta gastada.
$a_1 - a_2 = b$	$a_1 - a_2 = b$
50	56

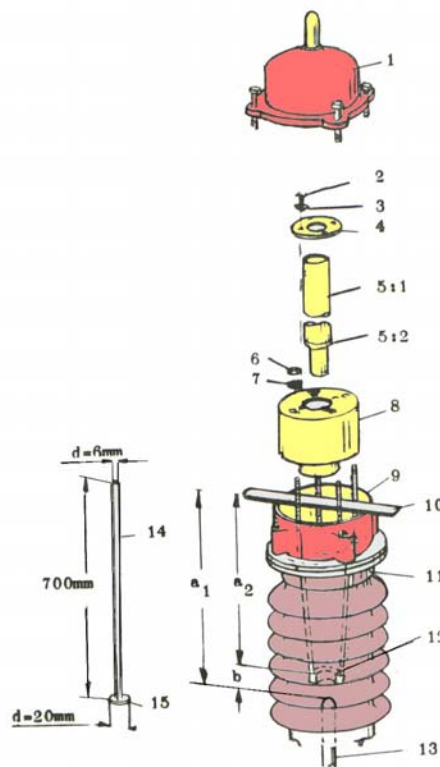


Figura 9. Cámara de Contactos Interruptor HLD 145

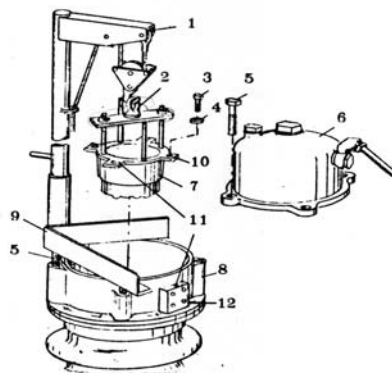


FIGURA 10 Grúa de extracción cámara de interrupción.

1	Pasador	2	Concamo
3	tornillo	4	Amortiguador (arandela)
5	Tornillo ajuste Casquete superior	6	Casquete superior
7	Cámara disipación de arco	8-10	Ajuste cámara
9	Accesorio ajuste grúa	11-12	Contacto alta tensión

15. Desmonte el contacto fijo revisando las arandelas de amortiguación que sujetan el contacto fijo las cuales se encuentran con óxido se deben desmontar para su limpieza y armarla correctamente. Verifique los contactos, ver figura 9.

16. Mida la distancia del contacto móvil hasta la parte superior de la brida, ver puntos .1 y 2 de la figura 9.

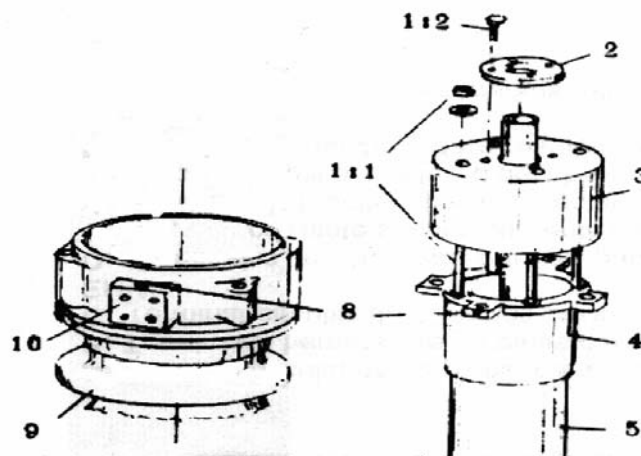


FIGURA 11 Cámara de disipación de arco.

2	Anillo ajuste contacto fijo
3	Casquete superior de ajuste cámara
4	Cámara de disipación de arco
5	Cilindro metálico
7	Cilindro grúa contacto móvil
8	Ajuste cámara
9	Porcelana
10	Acople terminal alta tensión

8.4 REVISIÓN CÁMARA DE DISIPACIÓN DE ARCO

1. El fabricante no recomienda el desarme de la cámara en campo.
2. Desarme de la cúpula con el anillo de presión y el contacto fijo.
3. Revise la punta de contacto móvil según figura 11.
4. Revise el contacto móvil.
5. Si el diámetro del contacto es de 6 mm cambiar el contacto. y realice la medida "C" si C es igual a 12 mm debe reemplazarla, si C es igual a 18 mm es nueva.

8.5 AJUSTE FLANCHE



Figura 12. Imagen Ajuste de flanche en campo.



1. Lave el interior del polo con aceite dieléctrico.
2. Lave los discos y la cámara con aceite dieléctrico. Limpie con tela garza (o cualquier otro tipo de tela que no suelte motas) y aceite las superficies entre la brida de sujeción y la brida de conexión. Lave en un recipiente que no permita derrames de aceite en la gravilla ó en el área de trabajo
3. proceda con la grúa a montar la cámara.

8.6 LLENADO DEL INTERRUPTOR

Para el llenado del interruptor se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Verifique las posibilidades del estado climático durante la intervención de los polos y cámaras. No realizar bajo lluvia o neblina
- Realice la prueba de rigidez dieléctrica, con el Chispómetro, al aceite de las canecas según norma para aceites reutilizados ASTM 186 a, distancia electrodos 1mm, electrodos DPA 75 V 5.1. Se espera una media mínima de 10 kV.
- Quite el tapón de la parte superior.
- Abra la válvula de drenaje.
- Inicie el llenado de aceite por la llave inferior del polo.
- Verifique el nivel de aceite en el visor de la parte superior.
- Realice la prueba final de rigidez dieléctrica al aceite por polo.



9. MANTENIMIENTO AL INTERRUPTOR ASEA HLR 145

9.1 VERIFICACIÓN NIVEL DE ACEITE Y PRESIÓN DEL NITRÓGENO

Revise el nivel de aceite en las tres fases (ϕA , ϕB y ϕC), observando el indicador de nivel de aceite dispuesto en la parte superior del interruptor y únicamente registre en el protocolo de mantenimiento, así:

ESTADO DE NIVEL	FASES		
	ϕA	ϕB	ϕC
Alto – Franja Roja			
Bueno – Franja Verde			
Bajo – Franja Verde			

9.2 MEDIDA RESISTENCIA DE CONTACTOS

Registrar el resultado de la prueba de resistencia de contactos inicial y final en el protocolo, así:

Fases (μΩ)	φA	φB	φC	Fases (μΩ)	φA			φB		φC	
Antes del Mantenimiento				Después del Mantenimiento		E	O	E	O	E	O
					Min	58		58		58	
					Max	65		65		65	
					prom	63		63		63	

E : Valor de resistencia esperado

O : Valor de resistencia obtenido

Valor contactos intermedio $\mu\Omega$

$\phi A =$

$\phi B =$

$\phi C =$

9.3 REVISIÓN DE CÁMARAS Y CONTACTOS

Para la realización de la revisión de las cámaras y contactos móviles y fijos del interruptor debe estar cerrado y proseguir como a continuación se indica:

1. Aliste las herramientas necesarias (llaves de 24 mm, 19mm, 13 mm, grúas, recostaderos galga de calibración, llave de retiro de contactos móvil ojo de izaje miples de ½ mangueras, abrazaderas, llave 8 mm.)
2. Coloque las escaleras en fibra de vidrio por polo y amárrelas
3. Acople las mangueras de vaciado del aceite en el grifo 3 fig. 13



4. Debido a la sobrepresión en el elemento de interrupción, el grifo deberá abrirse lentamente. Se extraen alrededor de 10 litros de aceite cerrando de nuevo el grifo.
5. Luego se reduce la presión en el elemento de interrupción abriendo el grifo superior A-3 Con mucho cuidado, haciendo bajar la presión a cero, y dejando luego abierto el grifo.
6. Vacíe completamente el aceite de los tres polos, en canecas destinadas para esta labor.
7. Instale los soportes (recostaderos) fig. 14-11
8. Verifique el buen funcionamiento de los indicadores de presión y nivel de aceite por polo. Esta verificación se realiza desmontando los niveles e inyectándole aire y observando su correcto funcionamiento.
9. Retire los pernos fig.14-7 del casquete superior del polo, con llaves de 24 mm.
10. Realice el desmonte del casquete superior del polo, soportándolos sobre los recostaderos instalados previamente.
11. Instale la grúa para extracción de la cámara, extraiga la cámara.

- 1) Caperuza superior
- 2) Manómetro.
- 3) Válvula de puesta a presión.
- 4) Indicador del nivel de aceite.
- 5) Válvula de control.
- 6) Terminal superior.
- 7) Contacto fijo.
- 8) Cámara de extinción.
- 9) Aislador de la cámara de corte.
- 10) Contacto móvil.
- 11) Contactos rodantes.
- 12) Cilindro de soporte.
- 13) Terminal inferior.
- 14) Cubierta del mecanismo.
- 15) Válvula de vaciado del aceite.
- 16) Aislador de maniobra.
- 17) Aislador de soporte.
- 18) Engranaje de accionamiento.
- 19) Base.

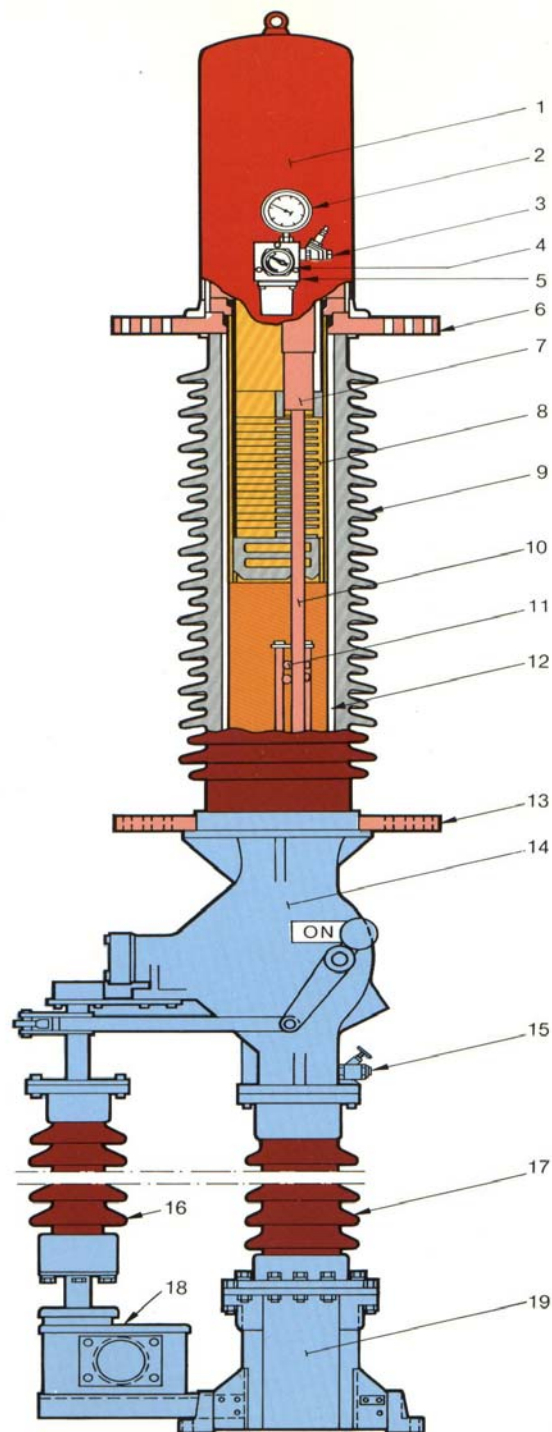


Figura 13. Partes Del Interruptor ASEA HLR 145

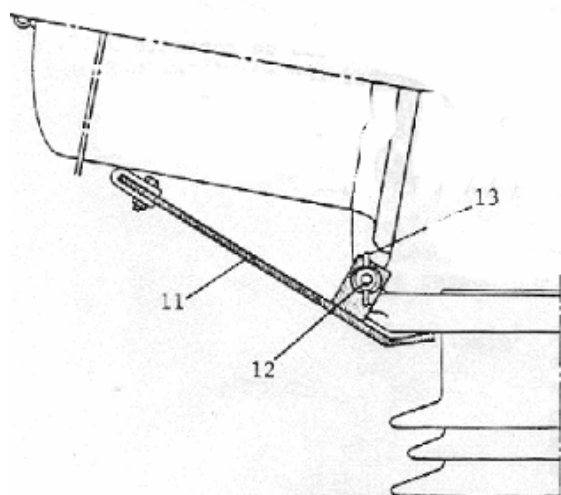
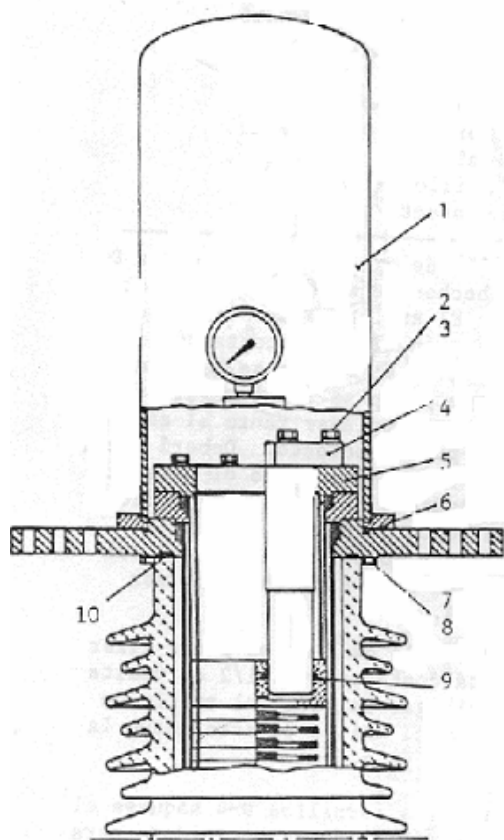


Figura 14

Figura 14	
14-1	Casquete superior
14-2	Perno M12 * 50
14-3	Arandela de resorte 13*29*2.5
14-4	Contacto fijo
14-5	Sujetador de la cámara de extinción
14-6	Anillo 0 Φ 300/289*5.7
14-7	Perno M16 * 60
14-8	Arandela plana 17*30*3
14-9	Anillo 0 Φ 65/59*3
14-10	Empacadura
14-11	Soporte
14-12	Perno M10 * 140
14-13	Tuerca mariposa

Figura 14. Cámara de contactos Interruptor HLR 145.

12. Retire los pernos fig. 14-2 que sostienen el contacto fijo a la cámara con llaves de 19 mm.
13. Desmonte el contacto fijo y verifique el estado de los contactos.
14. Verifique el estado del anillo de arco .Si este se encuentra quemado si es necesario se reemplaza el anillo de arco y porta contacto.
15. Verifique el estado de las calzas, si hay desgaste reemplazarlas.
16. Revise los discos de las cámaras. Si la ranura se ha agrandado de la medida original 28,5 mm hasta 30,5 mm. Se debe reemplazar la cámara de extinción por una nueva.
17. Lave los discos y la cámara desarmada con aceite dieléctrico. Limpie con tela garza (o cualquier otro tipo de tela que no suelte motas) y aceite las superficies entre la brida de sujeción 15-3 y la brida de conexión 15-5 (Ver figura 15). Lave en un recipiente que no permita derrames de aceite en la gravilla ó en el área de trabajo. Tenga en cuenta el orden de las cámaras para evitar errores en la armada de las cámaras ,las cuales van intercaladas en sus orificios de disipación de arco

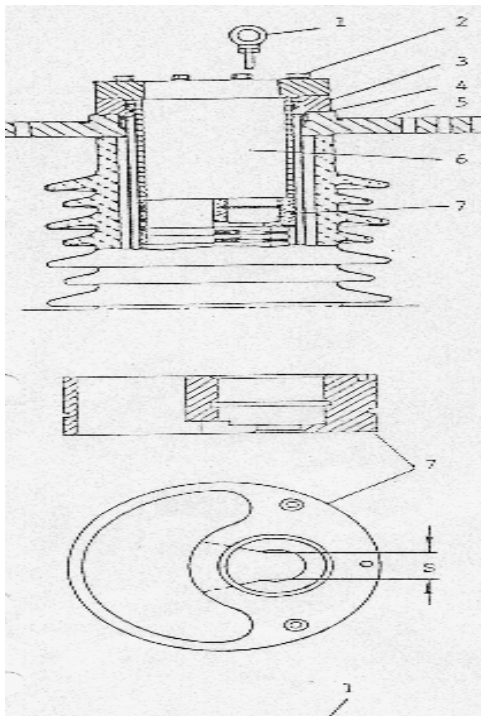


FIGURA 15	
15-1	Cáncamo de izaje
15-2	Perno M12*100
15-3	Brida de sujeción
15-4	Superficie conductora de corriente
15-5	Brida conexión
15-6	Cámara de extinción
15-7	Arandela superior

FIGURA 15A	
15A-1	Perno
15A-2	Agujeros con rosca para los pernos de fijación M12 del contacto fijo

Figura 15.Cámara de contactos interruptor HLR 145.

18. Mida la correcta posición del contacto móvil dentro del polo. Con la llave de control 16-4 ubíquela en la base del brazo de señalización. La medida de este a los topes del mecanismo de operación deberá ser de 50 +/- 0,5 mm (Ver figura 16).

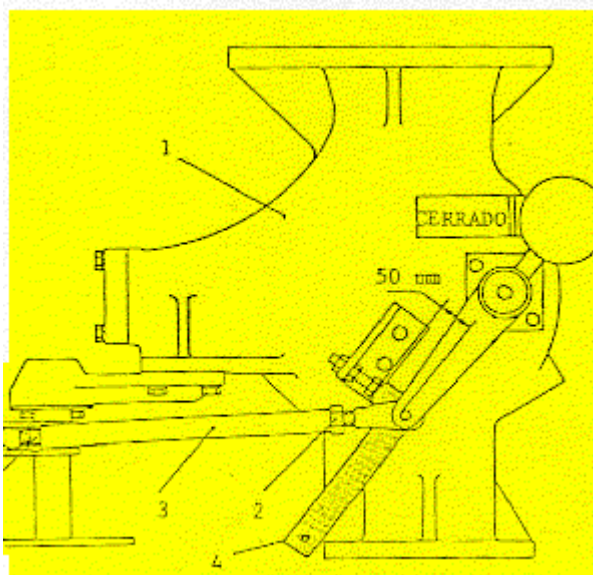


FIGURA 16	
F-1	Alojamiento del mecanismo
F-2	Tuerca de fijación
F-3	Varilla de operación
F-4	Llave de control

Figura 16. Cámara de contactos Interruptor ASEA HLR 145.

19. Lave el interior del polo con aceite dieléctrico.
20. Realice torquedo de los tornillos que ajustan el contacto fijo y la cámara.
21. Realice ajuste y torquedo al casquete superior
22. Verifique y limpie la puesta a tierra
23. Limpie y lubrique el aislamiento rodante
24. Verifique el ajuste del sistema de apertura o amortiguador de disparo y lubricación, ver figura.

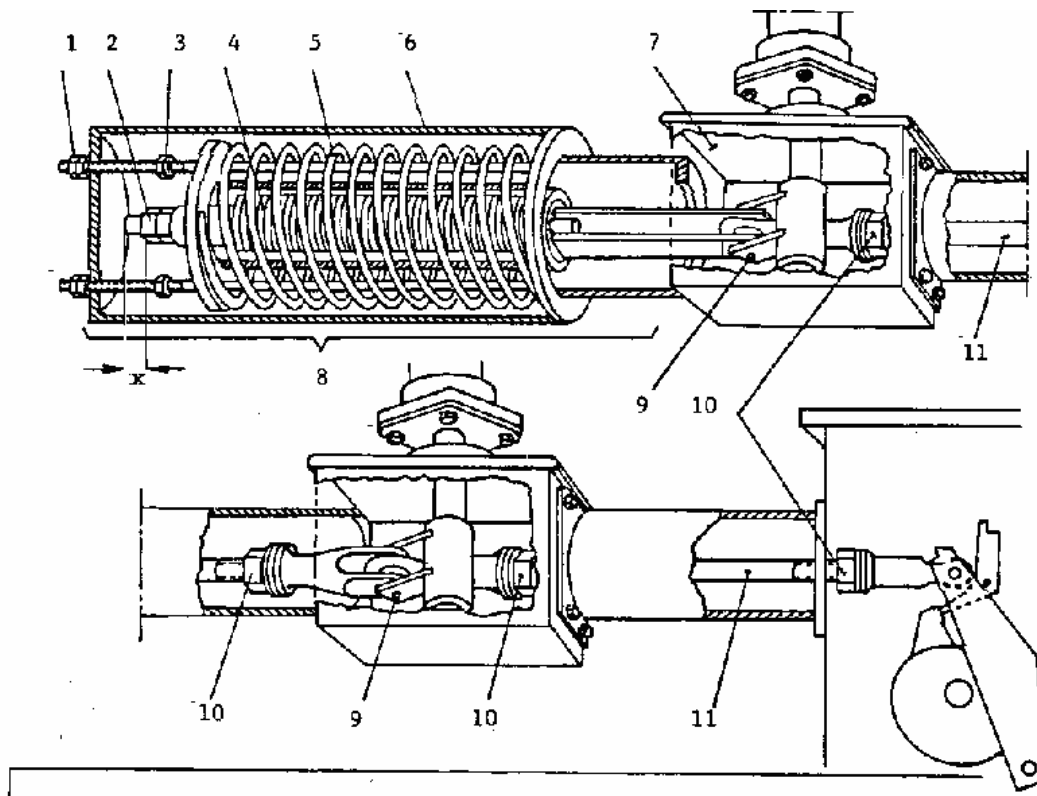


Figura 17. Sistema de apertura o amortiguador de disparo

1. TUERCA
2. CONTRATUERCA.
3. TUERCA
4. AMORTIGUADOR DE DISPARO.
5. RESORTE DE DISPARO.
6. CUBIERTA.
7. MECANISMO DE ACOPLE.
8. DISPOSITIVO DE DISPARO.
9. PASADOR CON ARANDELA DE RETENCIÓN.
10. CONTRATUERCAS.
11. VARILLA DE OPERACIÓN.

9.4 LLENADO Y PRESURIZACIÓN DEL INTERRUPTOR

Para el llenado y presurización del interruptor se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Verifique el estado climático durante la intervención de los polos y cámaras.
No realizar bajo lluvia o neblina
- Realice la prueba de rigidez dieléctrica.



- Abra la llave de presurización.
- Inicie el llenado de aceite por la llave inferior del polo
- Verifique el nivel de aceite. Dejar la indicación del manómetro en la línea del nivel verde
- Realice la prueba final de rigidez dieléctrica al aceite por polo.
- Realice la presurización con nitrógeno y compruebe el funcionamiento de la válvula de sobrepresión con disparo en presión de 0,7 Mpa.
- Verifique finalmente el nivel del nitrógeno en 0,5 Mpa.
- Verifique la ausencia de fugas, después de la presurización.
- Dar orden de apertura al interruptor.

9.5 LUBRICACIÓN Y AJUSTE DEL MECANISMO BLG 302 C Y 352 C OPERADO A MOTOR

El mecanismo de accionamiento por resortes tipo BLG está proyectado para el accionamiento de interruptores, con resortes de disparo formando parte del interruptor. Estos resortes son cargados por dicho mecanismo cuando se cierra el interruptor, almacenando así la energía necesaria para el disparo. Por eso, en ningún caso se deberá maniobrase el mecanismo de accionamiento con los resortes cargados sin estar este acoplado y ajustado con el interruptor correspondiente.

9.5.1 Revisión Externa

- Lubricador del aislador rodante.
- Lubricación de las engrasadoras de eje del mecanismo.
- Limpieza de los conectores de potencia.
- Revise la conexión de puesta a tierra de los tres polos.



10. MANTENIMIENTO AL INTERRUPTOR SPRECHER & SHUH

10.1 VERIFICACIÓN NIVEL DE ACEITE

Revise el nivel de aceite en las tres fases (ϕA , ϕB y ϕC) y registre en el protocolo de mantenimiento:

Verifique el nivel de aceite, observando el visor de vidrio dispuesto en la parte superior del interruptor. Verifique estado del visor que no presente fugas.

10.2 MEDIDA RESISTENCIA DE CONTACTOS

La prueba de resistencia de contactos debe repetirse posteriormente a las actividades de mantenimiento. Registrar el resultado de la prueba de resistencia de contactos inicial y final en el protocolo, así:

DATOS NOMINALES DE RESISTENCIA DE CONTACTOS

Fases ($\mu\Omega$)	ϕA	ϕB	ϕC	Fases ($\mu\Omega$)	ϕA			ϕB		ϕC	
Antes del Mantenimiento				Después del Mantenimiento		E	O	E	O	E	O
					Min.	50		50		50	
					Máx.	100		100		100	
					Prom.	80		80		80	

E : Valor de resistencia esperado

O : Valor de resistencia obtenido

10.3 REVISIÓN DE CÁMARAS Y CONTACTOS

Datos de calibraciones del contacto móvil con interruptor cerrado

TYPE	H (")(mm)
HPF 311.... HPF w 311....	(431 +0) -3 17" +0 -0.120 "
HPFc 311... HPF cw 311	(279 +0) -3 11" +0 -0.120 "
HPF 312.... HPF w 312....	(541 +0) -3 21 5/16 " +0 -0.120 "
HPF c 312.... HPF cw 312	(350 +0) -3 13 3/4 " +0 -0.120 "



Para la revisión de cámaras y contactos se debe verificar:

- Selector del interruptor en local.
- Guarda motor cargue resorte en OFF.
- Resorte descargado tanto apertura como en cierre.
- Camino de apertura deshabilitado.
- Interruptor cerrado para verificar calibraciones.
- Llaves requeridas para el desarme de la cámara.
- Para el mantenimiento se requieren 3 canecas de aceite de 55 galones cada una.
- Una caneca vacía.
- Un recipiente adecuado para el lavado de las piezas.
- Llevar Cámara de repuesto (3 contactos fijos y 3 puntos de contactos).
- Para acoplar las mangueras se necesitan miples de 1/2"
- Apertura de salida de aceite:
- Abra el tapón del casquete superior.
- De apertura lenta y mínima de salida de aceite.
- Vacíe completamente el aceite de los tres polos, en canecas que no contengan humedad.
- Desmonte del casquete superior con llave 19mm.
- Retire el contacto fijo.
- Mida el desgaste del contacto móvil. La punta del contacto debe tener 45 mm (nueva), si tiene 42 mm en su parte más desgastada se debe cambiar o si tiene 44 mm en su parte más alta también se debe cambiar.
- Desmonte la cámara de interrupción.
- según lubricante el desgaste para el cambio del contacto es de 1mm
- Desarme de la cúpula con el anillo de presión y el contacto fijo.
- Revisión de los puntos de contactos del contacto fijo.
- Revise el indicador de nivel de aceite que tenga sus retenedores para evitar fugas.
- Realice de nuevo otro lavado con aceite dieléctrico a cada polo.
- Realice una prueba de resistencia de contactos intermedio con el microhmímetro entre la punta del contacto móvil y el aislamiento del mecanismo, para revisar el estado de los rodillos de contactos.
- Lavado interno del polo con aceite dieléctrico.
- Torqueado de los tornillos que ajustan el contacto fijo y cámara.
- Ajuste y torqueado del casquete superior.
- Desmonte de la tapa del alojamiento del mecanismo.
- Limpieza del alojamiento del mecanismo con lienzo.
- Tapado del alojamiento del mecanismo y verificación del estado del empaque y de la tornillería.



- Revise que el amortiguador de apertura contenga el nivel de aceite adecuado y su sello correspondiente de lo contrario complete su nivel con aceite dieléctrico el utilizado en las cámaras de disipación de arco.

- 1) Ojal de levantamiento.
- 2) Válvula.
- 3) Tornillo de escape.
- 4) Caperuza superior.
- 5) Cámara de aire.
- 6) Soporte del control de arco.
- 7) Soporte del contacto.
- 8) Ventana de inspección del nivel de aceite.
- 9) Contacto fijo.
- 10) Contacto móvil.
- 11) Contacto deslizante.
- 12) Tornillos de soporte de la columna del interruptor.
- 13) Empaquetadura de la porcelana.
- 14) Resorte de disparo.
- 15) Soporte de nivel de enlace.
- 16) Sello de junta.
- 17) Empaquetadura. Soporte giratorio del aislador.
- 18) Palanca del aislador rotatorio.
- 19) Varilla de sincronización.
- 20) Varilla de acople.
- 21) Aislador giratorio.
- 22) Aislador de soporte.
- 23) Válvula de drenaje de lodo.
- 24) Llave de drenado de aceite.
- 25) Acumulador de aceite.
- 26) Alojamiento del mecanismo.
- 27) Brida inferior.
- 28) Empaquetadura del aislador.
- 29) Porcelana.
- 30) Cilindro de la cámara.
- 31) Cámara de extinción.
- 32) Tuerca de acople.
- 33) Empaquetadura del aislador.
- 34) Resorte de tensión.
- 35) Brida superior.
- 36) Válvula de retorno de aceite.
- 37) Tornillo de soporte de la punta de arco.
- 38) Diafragma.
- 39) Tornillo de diafragma.
- 40) Empaquetadura para la cubierta.
- 41) Cámara de separación del aceite.
- 42) Tapa de descarga.
- 43) Diafragma.

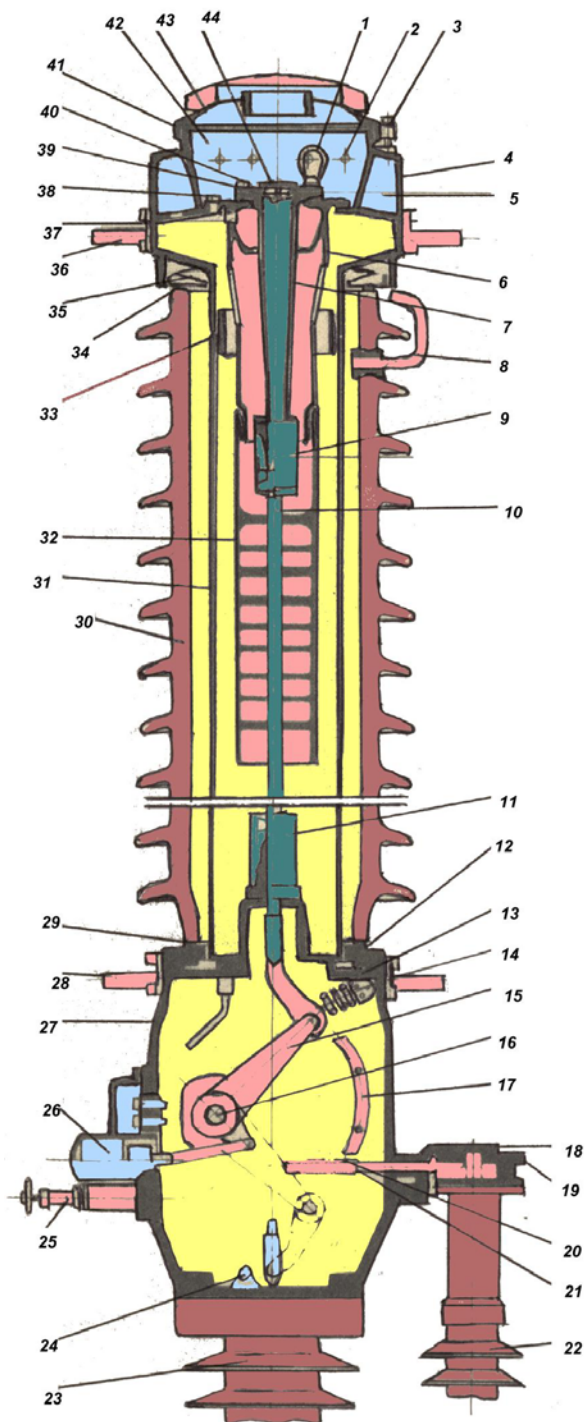


Figura 18 Cámaras y contactos Interruptor Sprecher & Schuh.



10.4 LLENADO DEL INTERRUPTOR

Para el llenado del interruptor se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Realice la prueba de rigidez dieléctrica con el Chispómetro al aceite de las canecas según norma para aceites reutilizados ASTM 186 a, distancia electrodos 1mm, electrodos DPA 75 V 5.1. Se espera una media mínima de 10 kV.
2. Quite el tapón de la parte superior.
3. Abra la válvula de drenaje.
4. Inicie el llenado de aceite por la llave inferior del polo.
5. Verifique el nivel de aceite en el visor de la parte superior.
6. Realice la prueba final de rigidez dieléctrica al aceite por polo.
7. Verifique después del llenado que no existe ninguna fuga.

10.5 LUBRICACIÓN DEL MECANISMO DE OPERACIÓN DEL INTERRUPTOR

Para la lubricación del mecanismo del interruptor se deben seguir los siguientes pasos:

1. Retire la tapa superior del gabinete
2. Retire el polvo y la grasa de las bobinas de apertura y cierre.
3. Verifique la correcta operación del circuito de calefacción, operar breaker.
4. verifique los topes del mecanismo de apertura y cierre si se encuentran desastados reportarlos.
5. Realice el ajuste de los puntos de borneras del gabinete.
6. Limpie y lubrique el mecanismo de apertura y cierre.
7. revise el nivel de aceite del amortiguador.
8. Con grasa para rodamientos lubrique el tornillo sin fin y la piñonería del engranaje.
9. Lubricación de las graseras del aislador rodante. Ver plano lubricación gabinete
10. Limpie y lubrique los accionamientos de apertura y cierre.
11. Limpie y lubrique el gatillo auxiliar de disparo.
12. Limpie y lubrique el gatillo de disparo.
13. Limpie y lubrique el gatillo de cierre.
14. Limpie y lubrique el mecanismo dentado.



15. Revisión de valvulina en piñones. Si no tiene agregue VALVULINA SAE 140 TRANSMISIONES GL 1.
16. Realice la limpieza de los contactos auxiliares. Desconectar varilla BX.
17. Verifique la correcta operación de los microswitch de final de carrera.
18. Verifique la correcta operación del contador de operaciones.
19. Verificación de puesta a tierra.
20. Revise los conectores de alta tensión, limpieza y torque.
21. Realice observaciones, si es pertinente.
22. Habilite las bornas las cuales se abrieron para quitar el camino de apertura y cierre al interruptor.
23. Coloque la posición del guarda-motor en ON
24. Coloque el selector en posición local.
25. De orden de apertura.
26. De una orden de cierre.
27. realice y registre la prueba de resistencia de contactos total.

11. PRUEBAS A INTERRUPTORES DE POTENCIA.

11.1 FACTOR DE POTENCIA

11.1.1 Objetivo General de la Prueba

Esta prueba se realiza con el propósito de verificar las condiciones en las que se encuentra el aislamiento del equipo, para determinar si las fugas o pérdidas, se encuentran entre los rangos establecidos.

11.1.2 Descripción del equipo de prueba

Equipo: **M4000**

Marca: DOBLE

El M4000 Analizador de Aislamiento consta de los siguientes elementos:

- . Instrumento M4100.
- . M4150 referencia de calibración en campo.
- . Controlador M4200.
- . Transporte M4300.



Figura 19 .Equipo analizador de aislamiento M4000

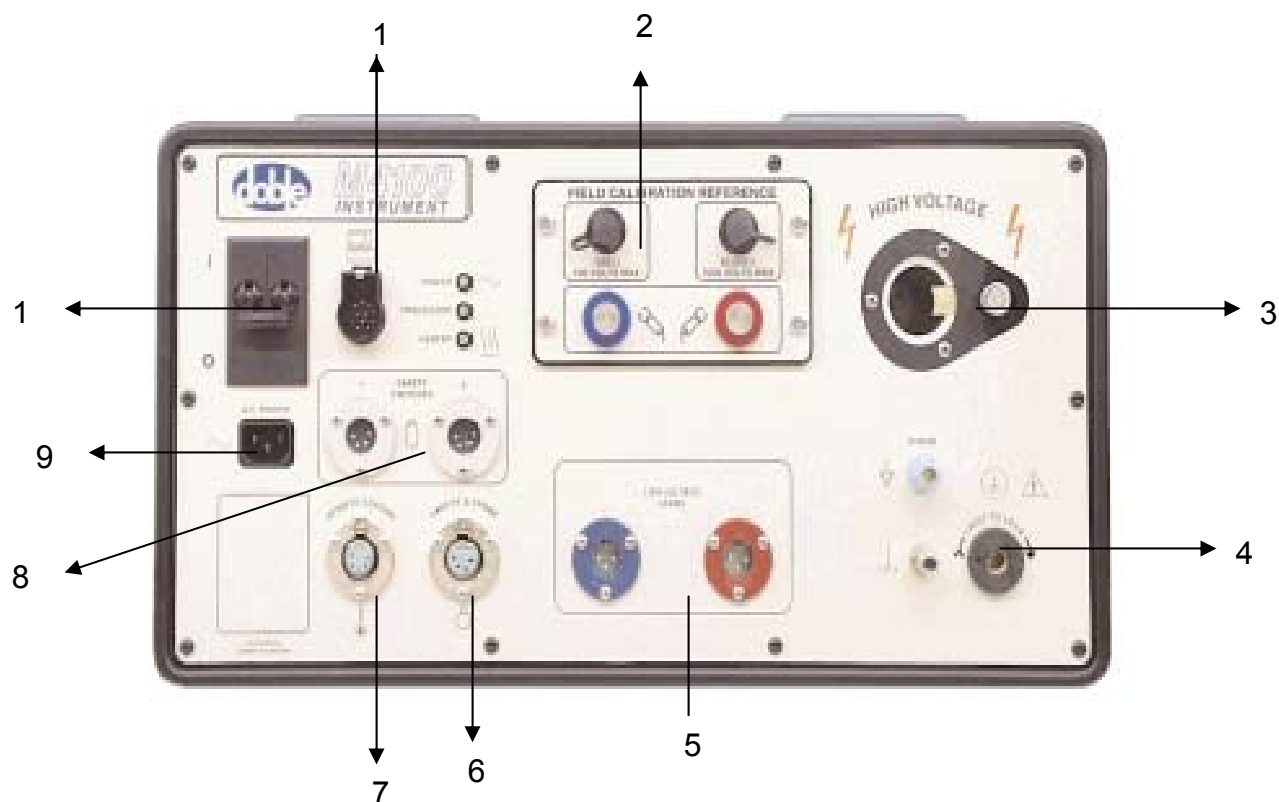


Figura 20 .Componentes M4100.

1. Puerto de conexión con el computador
2. Panel de calibración
3. Terminal para el cable de potencia
4. Terminal para puesta a tierra
5. Terminal cables de L.V.
6. Terminales para sensor de temperatura.
7. Terminal para strober.
8. Terminal para switches de seguridad.
9. Terminal para alimentación de la carga.
10. Switch de on / off.

El M4100 realiza las pruebas inyectando tensiones y corrientes a los aislamientos de los equipos, el M4100 también contiene medidores para determinar la condición de los aislamientos, los circuitos de seguridad directos de control aseguran, la seguridad eléctrica del personal y de los aparatos de medida. [24]

El M4000 tiene un generador, que se puede sincronizar con el sistema de potencia que suple la potencia del instrumento de prueba, o con un oscilador de cristal interno. Esto permite al operador seleccionar uno de los modos de operación.

Se han designado Circuitos de seguridad al M4100 para garantizar la seguridad del personal, la parte de alta tensión no será habilitada, por el instrumento si los circuitos y las condiciones siguientes, no se cumplen:

- El circuito de seguridad de tierra verifica que la barra de seguridad de cobre #6 esté seguramente aterrizada, esta barra debe estar fija desde el instrumento de medida al interruptor a probar que se encontrara aterrizado con anterioridad.[24]
- Dos interruptores de seguridad deben estar fijos al panel frontal del M4100 y pulsados o en posición prioritaria de prueba. Un interruptor es sostenido por el operador del M4000 y otro es sostenido por un supervisor de seguridad, si alguno de estos pulsadores se suelta durante la prueba se terminara la secuencia de voltaje.[24]

11.1.3. M4150 Referencia De Calibración En Campo

El propósito del M4150 es proveer la referencia de pruebas de campo del M4000, el M4150 esta montado en el panel frontal del M4100.

11.1.4. M4120 Módulo De Referencia Externa

Este módulo provee una protección adicional para el M4100 durante una prueba con fuente externa, y es recomendado cuando se prueba con voltajes mayores de 30 kV. Este módulo está equipado con un grupo de cables de bajo voltaje, similares a los cables rojos y azules que vienen con el M4100, un cable de tierra extra y su software necesario.

11.1.5. M4100 Especificaciones Técnicas

Especificaciones de potencia:

Voltaje de salida

Rango: 0 a 12 kV.

Distorsión: 2% de la distorsión armónica total para cargas lineales.

Potencia de salida: 3 kVA



Potencia de entrada: 95-132, 190-264 V ac, auto seleccionable
47 a 63 Hz, sin pérdidas en el funcionamiento
Cuando se utilizan generadores portátiles
20 A máx. a 110 V
10 A máx. a 220 V

Precisión y rango:

Prueba de factor de potencia:

Rango: 0 a $\pm 100\%$ PF (± 0 a 1)

Resolución: 0.01% PF (0.0001)

Precisión: $\pm 1\%$ en lectura

$\pm 0.04\%$ PF (0.0004)

$\pm 4^\circ\text{C}$ precisión

Medio ambiente:

Temperatura

Operación: -20°C a $+50^\circ\text{C}$

Acumulada: -40°C a $+70^\circ\text{C}$

Humedad: 80 –90% no condensada

Carga electrostática: se encuentra en la norma IEC 801-2 (1984)

Choque y vibración: norma ASTM D999.75

11.1.6 Factores De Seguridad

Los factores de seguridad que se deben tener en cuenta para la realización de la prueba, son los siguientes:

Personal que realiza la prueba:

- Estar seguro del trabajo a realizar, si existe alguna duda, preguntar.
- Asegurarse de llevar al sitio de trabajo el equipo y material necesario.
- Todo el personal debe tener la dotación necesaria para trabajar con elementos eléctricos:
 - Botas dieléctricas
 - Dotación completa (overol, uniforme, camisa,...)
 - Cinturones
 - Guantes
 - Casco
- Todo el personal debe respetar el área de demarcación y no salir de ella.



- Todo el personal debe conocer los riesgos que se deben tener al trabajar con los equipos de alta tensión y que deben respetar dichas normas.
- Se debe tener un medio de transporte habilitado para que en el momento de una emergencia se pueda salir rápidamente.
- Los automotores deben estar en posición de salida y parqueados en reversa.
- Botiquín de primeros auxilios.
- Camilla
- Utilización de herramientas aisladas en el momento de trabajar con tensiones.
- En el momento de utilizar escaleras se debe tener mucho cuidado al entrarlas al patio y en el momento de apoyarlas para trabajar con ellas deben quedar amarradas.
- Chequeo trimestral de la seguridad de los elementos de seguridad

Del equipo de prueba:

- Jamás conectar el equipo a un Interruptor energizado.
- Siempre se debe realizar la respectiva descarga a tierra del Interruptor a probar, antes de conectar los cables.
- Este equipo no debe utilizarse en áreas explosivas.
- El equipo debe operarse por personas calificadas, ya que un uso inadecuado puede causar serios daños al operario y al equipo
- Es indispensable leer el manual del equipo, el cual indica claramente su operación y que cuidados se deben tener al conectar y desconectar el equipo.
- Lo más prioritario en una prueba, son los pasos que deben tomarse para deshabilitar el interruptor, para prevenir operaciones inadvertidas durante la prueba, en una prueba de cierre del interruptor, los dos bujes deben ser energizados al voltaje de prueba, y los contactos entre los bujes; los cables de pruebas deben ser retirados.
- Cuando el riesgo de disparo sea alto se deberá habilitar la alimentación de los interruptores hacia el control del equipo y colocar los selectores en posición desconectado, remover los fusibles y cualquier otra medida necesaria para asegurar que el interruptor es inoperable.
- No se debe permitir que los terminales de los aparatos queden “flotando”, deben ser aterrizados directamente, o a través de los cables de bajo voltaje, a menos que sean especificados de otra forma.
- Debe realizarse un chequeo general del equipo cada semana y un chequeo exhaustivo, cada tres meses.

**Despejes**

- El espacio que hay entre los operarios, el equipo de prueba y el equipo a probar, debe tenerse en cuenta durante el tiempo de energización. Barreras, cinta de seguridad, escaleras, deben ser instaladas, en el área "viva".

11.1.7. Descripción De La Prueba**Preparación Del Interruptor:**

1. Desenergizar el interruptor
2. Conecte las tierras de seguridad en un lugar despejado a tierra y después a cada buje del interruptor que se va a probar
3. Retire la fuente de corriente de los circuitos de apertura y cierre en el panel de control del interruptor.
4. El selector del interruptor debe estar en remoto.

Preparación del M4000:

1. Retire la cubierta protectora y almacénela en un lugar seguro para su reutilización.
2. Aterrizar el equipo.
3. Conectar el cable de seguridad de tierra en la malla a tierra.
4. Asegúrese de que el voltaje de línea este entre 105 – 129 V AC. El equipo no funcionara adecuadamente si el voltaje de línea está fuera de su rango.
5. Instale el sensor de temperatura.
6. Asegúrese de que el plotter térmico tiene papel.

Lista De Chequeo Antes De La Prueba

1. El interruptor bajo prueba ha sido removido de servicio de acuerdo con las pruebas de seguridad?
2. El cable de seguridad de tierra ha sido instalado en cada instrumento?
3. La fuente disponible de AC es la adecuada?
4. Están los cables de contacto del monitor conectados a los bujes del interruptor?
5. Están todos los cables conectados al instrumento maestro?
6. Esta instalado el sensor de temperatura?

Realizando la prueba:

1. Insertar el plan de prueba en el equipo.
2. Se procede a insertar los datos del interruptor y subestación en el equipo.

3. Los interruptores rateados a 15 kV y arriba, son probados rutinariamente a 10 kV. Los interruptores de rango de aislamiento por debajo de 15 kV, son probados con el voltaje de dato de placa o menor.

Tensiones recomendados por *Doble* para Interruptores [24]:

Ratas de voltaje	Tensión de prueba (kV)
15 kV y arriba	10
7.2 y 7.5 kV	5
5 kV y debajo	2

Tabla 4 .Valores recomendados por Doble de tensión de prueba para Interruptores.

4. Las nueve pruebas son realizadas rutinariamente en interruptores trifásicos. Procedimiento de pruebas para Interruptores:

Prueba #	Posición del interruptor	Modo de prueba	Buje* energizado	Buje* flotante
1	Abierto	GST	1	2
2	Abierto	GST	2	1
3	Abierto	GST	3	4
4	Abierto	GST	4	3
5	Abierto	GST	5	6
6	Abierto	GST	6	5
7	Cerrado	GST	1 y 2	-
8	Cerrado	GST	3 y 4	-
9	Cerrado	GST	5 y 6	-

Tabla 5. Pruebas realizadas rutinariamente en interruptores trifásicos

*Para los interruptores convencionales los bujes son numerados de izquierda a derecha en el gabinete de control.

5. Para todas las pruebas, el tanque del interruptor debe ser propiamente aterrizado a la tierra del interruptor.
6. El cable de baja tensión no se necesita para las pruebas totales.
7. Para cada una de las pruebas, la corriente y los watts leídos se registran y los factores de potencia se calculan.
8. Imprimir datos y grabarlos en un diskette por seguridad.

Después de La Prueba

1. Después de terminar las pruebas, coloque el switch en posición OFF, antes de remover cualquier cable del monitor, del interruptor.
2. Retire los cables del monitor del interruptor. NO ARRANQUE LOS CABLES.
3. Retire los cables del monitor del equipo.
4. Retire el cable de control.
5. Retire los cables de alimentación ac del equipo.
6. Retire los cables de seguridad de tierra .
7. Rehabilita el interruptor para puesta en servicio.

11.1.8 Resultados esperados

Interruptores 115 kV											
		GAL-OCER F-110	OER-TOFQ -150-12 FAST	OER-TOFQ -150-12	SPR-HPF-3 11-LS	ASE-HLD-1 45-1250-B	ASE-HLD-1 45-1250-C	ASE-HLR-1 45-2501-E2/E1	SIE-3AR1	ASE-HCG-1 45-3151	MIT-100SF
MEDIDA A 10 kV	MIN	20	10	10	10	10	5	5/10	1	-	1
	MAX	80	40	40	40	40	20	20/40	7	-	3
	PROM	50	20	20	25	25	10	10/30	5	-	2

Interruptores 115 kV						
		MAG-SB6- 145	ABB-HPL145 -25-C1	ABB-LTB-145 25-C1	ASE-HLD-145 D1-B	ASE-HLD-145 -1250-C
MEDIDA A 10 kV	MIN	1	4	1	5	5
	MAX	3	30	3	20	20
	PROM	2	15	2	10	10

Tabla 6. Valores esperados en la prueba de factor de potencia para diversos tipos de interruptores.

11.2 PRUEBAS DINÁMICAS

11.2.1 Objetivo General de la Prueba

Realizar el análisis dinámico del interruptor, estado de mecanismo, calibración y ajuste mecánico de los contactos; tiempos de cierre - apertura y consumo en amperios de las bobinas, determinando así si los resultados se encuentran

dentro de los rangos establecidos por el fabricante o estadísticas realizadas a equipos similares.

11.2.2 Descripción Del Equipo

- Sistema TR3000 / Sistema TDR 9000
- Transductor rotativo / lineal TR3160
- Cables: de control, del monitor y del transductor

Componentes Del Equipo

Esta prueba se puede realizar con dos equipos diferentes, TR3000 y TDR9000

Equipo: TDR 9000:

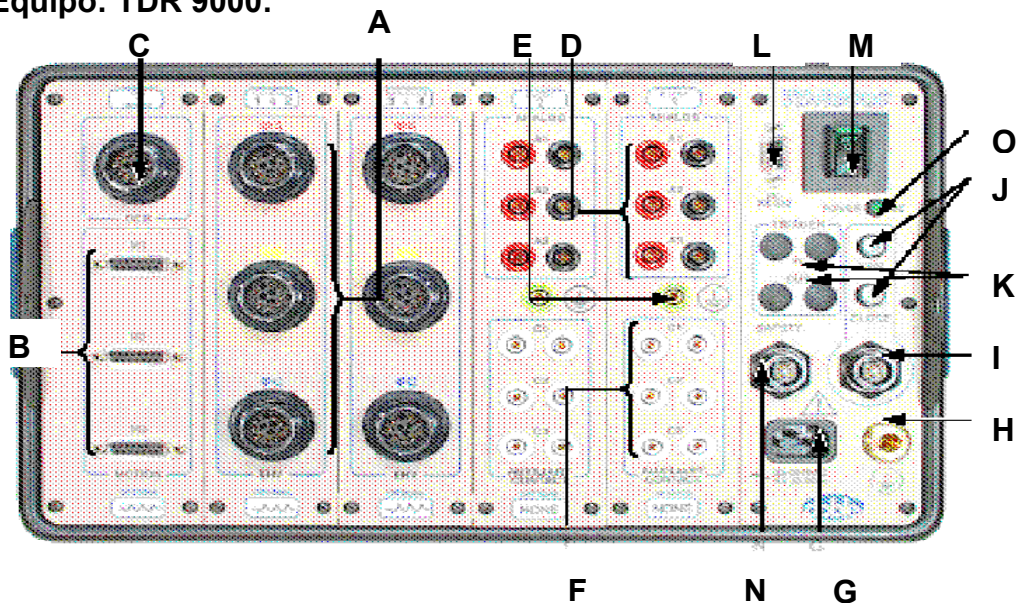


Figura 21 Componentes de equipo utilizado para las pruebas dinámicas TR3100

- A:** Terminal circular de 12 pines, señales de tiempo de operación.
- B:** Terminales hembras de 15 pines para los cables del transductor.
- C:** Terminal circular de 12 pines para los cables de contacto del monitor de EHV (interruptores de más de una cámara).
- D:** Terminales machos tipo banana para completar el propósito general de voltaje, corriente shunt y corriente de prueba en las entradas.
- E:** Terminales machos para conectar el protector primario de los cables análogos de prueba a la tierra del chasis.
- F:** Terminales machos para establecer las conexiones a los contactos auxiliares.

G: Terminal hembra, tres puntas para utilizar con un cable de alimentación auxiliar.

H: Terminal macho utilizado para establecer la seguridad del aterrizaje del sistema a través del cable de tierra.

I: Terminal de 5 pines para establecer las conexiones de cierre / apertura.

J: Fusibles de cierre y apertura.

K: Conexiones de machos para las funciones de disparos de entrada y disparos de salida.

L: Terminal hembra de 9 pines para el cable serial de comunicaciones RS-232.

M: switch de potencia on/off.

N: Terminal de 4 pines para el cable de seguridad del switch.

O: LED.

Equipo: TR3160

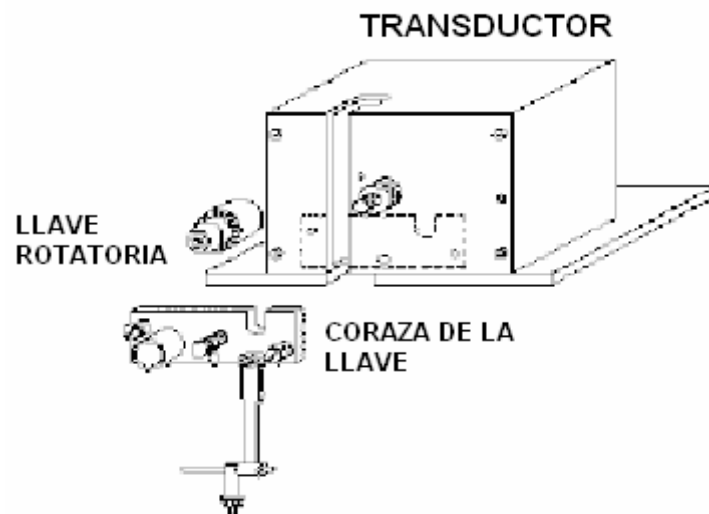


Figura 22. Transductor de conexión al interruptor.

Especificaciones del TR3000 Y TR9000

	TR3000	TDR9000
TEMPERATURA DE OPERACIÓN	0 A 50°C	0 A 50°C
HUMEDAD	95% NO CONDENSADA	95% NO CONDENSADA
NORMAS	ANSI C37.90 1989	ANSI C37.90 1978
ESD	15 kV sin daño 12 kV Sin pérdida de datos	20 kV sin daño 12 kV Sin pérdida de datos
MÁXIMA RESISTENCIA PARA INDICACIÓN DE CIERRE	< 7.5 Ω	< 10 Ω
RESISTENCIA PARA INDICACIÓN DE APERTURA	>9,720 Ω	> 7 Ω



RANGO DE PREINSERCIÓN DE RESISTENCIA	10 – 7 OHMS	10 – 7 OHMS
PRECISIÓN DE LA VALOR DE RESISTENCIA	10 %	10 %
MEDIDA DEL GRADIENTE DEL CAPACITOR	SI	SI
FRECUENCIA DE PRUEBA	500 KHz. para la detección de rebote en los contactos principales, 10 KHz para las demás medidas	500 KHz para la detección de rebote en los contactos principales, 10 KHz para las demás medidas
RESOLUCIÓN DE TIEMPOS	100 μ S	100 μ S
PRECISIÓN DE TIEMPOS	100 μ S	100 μ S
MÁXIMA CORRIENTE DE APERTURA	100 A	100 A
MÁXIMA CORRIENTE DE CIERRE	20 A	20 A
MEDIDA DE LA CORRIENTE DE APERTURA	100 / 20 / 5 / 2 A	100 / 20 / 5 / 2 A
MEDIDA DE LA CORRIENTE DE CIERRE	20 / 5 / 1 / 0.2 A	20 / 5 / 1 / 0.2 A
AJUSTE DEL PULSO DE CIERRE Y APERTURA	8-1600 μ S	8-1600 μ S
CANALES DE MOVIMIENTO	POR ENCIMA DE 6	POR ENCIMA DE 6
RANGO DEL TRANSDUCTOR LINEAL	0 - 40"	0 – 40"
RESOLUCIÓN DEL TRANSDUCTOR LINEAL	0.00125"	0.00125"
PRECISIÓN DEL TRANSDUCTOR LINEAL	\pm 0.1% DEL VALOR	\pm 0.1% DEL VALOR
RANGO DEL TRANSDUCTOR ROTACIONAL	0 A 2880°	0 A 2880°
RESOLUCIÓN DEL TRANSDUCTOR ROTACIONAL	0.09°	0.09°
PRECISIÓN DEL TRANSDUCTOR ROTACIONAL	\pm 0.1% DEL VALOR	\pm 0.1% DEL VALOR

Tabla 7 Especificaciones técnicas equipos TR 3100 y TR 9000.

11.2.3. Especificaciones de desplazamiento

Ajuste de cierre de los contactos: Este valor es medido durante el comando de cierre. Es la distancia que la varilla conectora del transductor o del adaptador rotativo toma desde el primer contacto, hasta la posición de cierre total del interruptor, la figura muestra los parámetros físicos de los cuales se deriva este valor [25].

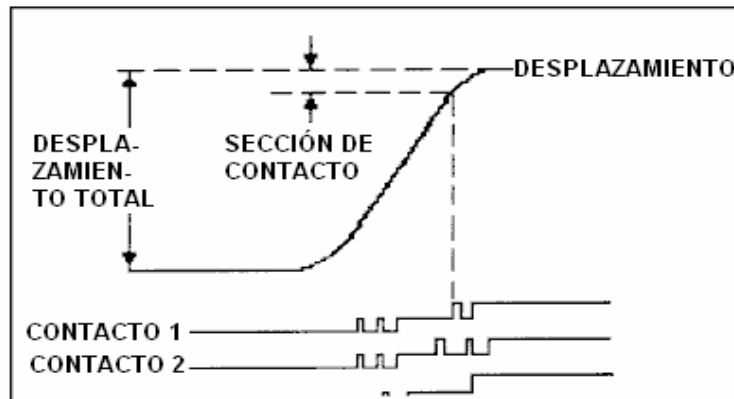


Figura 23. Gráfica de comportamiento dinámico al cierre de contactos del interruptor.

NOTA: la tolerancia negativa para el ajuste de cierre de los contactos nunca debe ser mayor que el ajuste de contactos especificado.

Sobredesplazamiento: Durante la operación de apertura, esta es la distancia entre el máximo desplazamiento temporal de los contactos principales del interruptor después de la posición final de apertura y la posición final de apertura, la figura muestra un ejemplo grafico de esto [25].

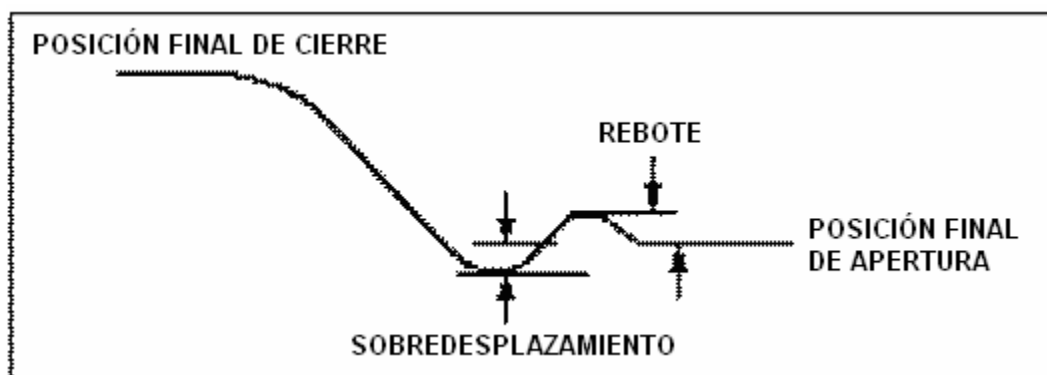


Figura 24. Gráfica comportamiento dinámico del interruptor en sobredesplazamiento al cierre.

Durante una operación de cierre, es la distancia entre el desplazamiento temporal máximo de los contactos principales del interruptor después de la posición final de cierre y la posición final de cierre, la figura nos da un ejemplo gráfico de esto [25].

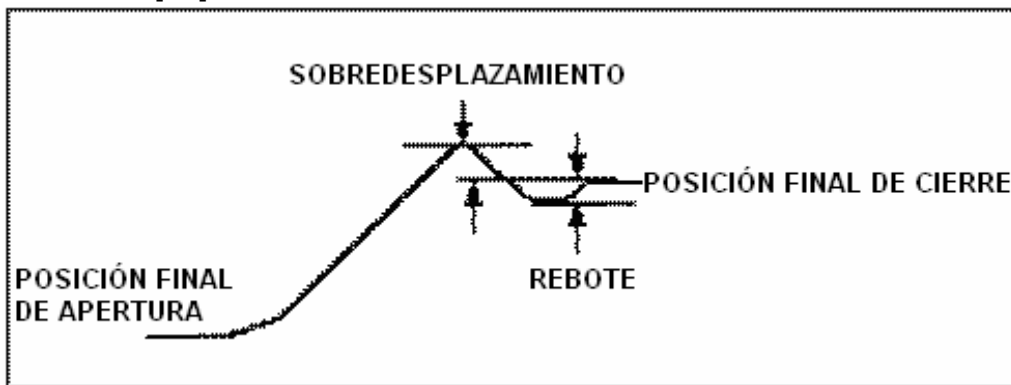


Figura 25. Gráfica comportamiento dinámico del interruptor en sobredesplazamiento a la apertura.

NOTA: las tolerancias negativas del sobredesplazamiento nunca deben sobrepasar el sobredesplazamiento especificado.

Rebote: durante la operación de apertura, esta es la distancia entre el máximo desplazamiento temporal de los contactos principales del interruptor que está lejos de la posición final de apertura y la posición de apertura, la figura muestra un gráfico explicativo [25].

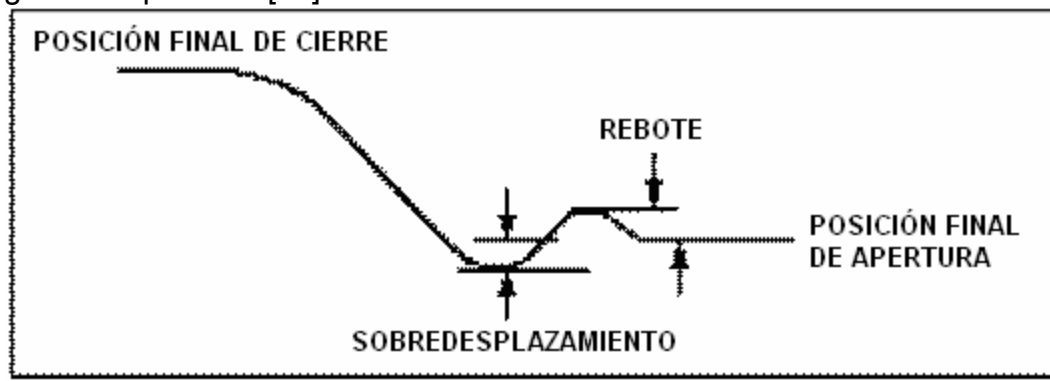


Figura 26. Gráfica comportamiento dinámico del interruptor de rebote al cierre.

Durante la operación de cierre, esta es la distancia entre el máximo desplazamiento temporal de los contactos principales del interruptor, el cual está lejos de la posición final de apertura y la posición de apertura, la figura muestra un gráfico explicativo [25].

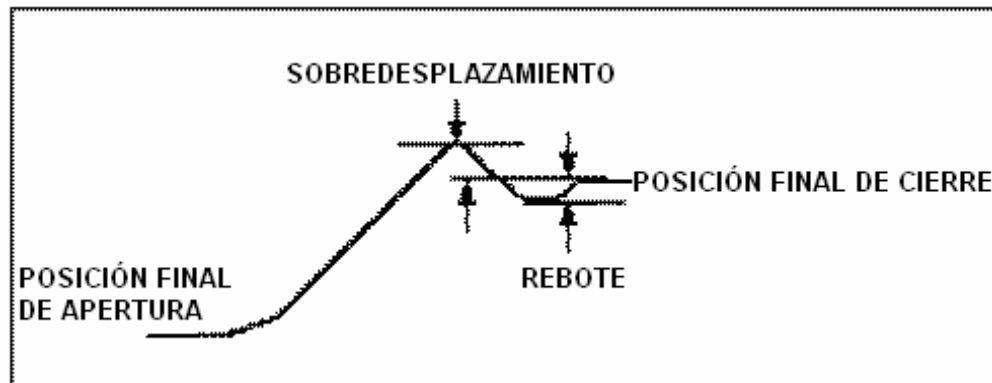


Figura 27. Gráfica comportamiento dinámico del interruptor de rebote a la apertura.

NOTA: la tolerancia negativa para el rebote nunca debe ser mayor que el rebote especificado.

Desplazamiento total: Es el desplazamiento total de los contactos principales durante las operaciones de cierre o apertura. Este es el desplazamiento de la varilla conectora o el adaptador de rotación, si la función de transferencia de los contactos principales y la varilla conectora o el adaptador de rotación es idéntica [25]

NOTA: La tolerancia negativa para el desplazamiento total nunca debe ser mayor que el desplazamiento total.

11.2.4 Factores de seguridad

Los factores de seguridad que se deben tener en cuenta para la realización de la prueba, son:

Personal que realiza la prueba:

- Estar seguro del trabajo a realizar, si existe alguna duda, preguntar.
- Asegurarse de llevar al sitio de trabajo el equipo y material necesario.
- Todo el personal debe tener la dotación necesaria para trabajar con elementos eléctricos:
 - Botas dieléctricas
 - Dotación completa (overol)
 - Cinturones
 - Guantes
 - Casco
- Todo el personal debe respetar el área de demarcación y no salir de ella.
- Todo el personal debe conocer los riesgos que se deben tener al trabajar con los equipos de alta tensión y que deben respetar dichas normas.



- Se debe tener un medio de transporte habilitado para que en el momento de una emergencia se pueda salir rápidamente.
- Los automotores deben estar en posición de salida y parqueados en reversa.
- Botiquín de primeros auxilios.
- Camilla.
- Utilización de herramientas aisladas en el momento de trabajar con tensiones.
- En el momento de utilizar las escaleras se debe tener mucho cuidado en entrarlas al patio y para trabajar con ellas deben quedar amarradas.
- Chequeo trimestral de la seguridad de los elementos de seguridad.

Del equipo:

- Jamás conectar el TR3000 O TDR9000 a un equipo energizado
- Siempre se debe hacer antes de la prueba la respectiva descarga a tierra del equipo a probar
- Este equipo no debe utilizarse en áreas explosivas.
- El equipo debe operarse por personas calificadas, ya que un uso inadecuado puede causar serios daños al operario y al equipo
- Es indispensable leer el manual del equipo, el cual indica claramente la operación del equipo y que cuidados se deben tener al conectar y desconectar el equipo.
- No almacene los equipos en lugares con temperatura menores a -40°F (-40°C) o mayores a 158°F (70°C)
- No opere el equipo o el transductor en temperaturas menores a -4°F (20°C) o mayores a 122°F (50°C).
- No almacene los instrumentos o el transductor en medios ambientales excesivamente húmedos.
- No exponga los instrumentos a la lluvia, nieve, arena o polvo.
- Siempre transporte los equipos y el transductor con sus cubiertas protectoras.
- No almacene los equipos en lugares donde haya exceso de humedad o exceso de calor.
- No toque los contactos del cable del monitor de las conexiones de las pruebas mientras la prueba se esté efectuando.
- Nunca inserte objetos metálicos en el equipo como clips mientras el instrumento se encuentre encendido.
- Utilice el correcto nivel de tensión para evitar un corto circuito o sobrecorrientes.
- Se debe hacer un chequeo y mantenimiento de los equipos cada semana en forma general y cada tres meses en forma exhaustiva.

11.2.5 Descripción de la prueba

Con esta prueba se realiza el análisis dinámico del interruptor, estado de mecanismo, calibración y ajuste mecánico de los contactos; y el estado de apertura y cierre de las bobinas.

- Tiempos de cierre y apertura: verifica que los tiempos de operación se encuentren dentro de los rangos establecidos por el fabricante y que los contactos se encuentran correctamente calibrados.
- Desplazamientos: con esta prueba se hace una verificación del comportamiento del mecanismo de operación del interruptor. Para tal efecto el equipo cuenta con un transductor.
- Consumo de corriente de las bobinas: se puede medir el consumo de corriente de las bobinas de cierre y apertura del interruptor, verificando que se encuentran en buen estado y que consumen lo que indica el fabricante.

11.2.6 Procedimiento de las pruebas

Plan De Pruebas

- Los datos que se deben tener en cuenta para insertar en el plan de pruebas son:
- Tipo del interruptor, ID y número de serie.
- Rango de selección para las corrientes de apertura y cierre.
- Unidades de medida (segundos o ciclos; sistema métrico o inglés).
- Función de transferencia para las medidas de desplazamiento.
- Activación del canal.
- Configuración de ajustes de la prueba (calificador resistivo, discriminador digital).

Preparación del equipo de prueba:

1. Retire la cubierta protectora y almacénela en un lugar seguro para utilizarla nuevamente.
2. Aterrizar el equipo.
3. Conecte el cable de seguridad de tierra en la malla a tierra.
4. Asegúrese de que el voltaje de línea este entre 105 – 129 V AC. El equipo no funcionará adecuadamente si el voltaje de línea esta fuera de su rango.
5. Asegúrese de que la impresora, tiene papel.

**Preparación del Interruptor:**

- Desenergizar el interruptor
- Abra el seguro y marque el interruptor aislando los switches desconectados
- Conecte las tierras de seguridad en un lugar despejado en la malla a tierra y después a cada buje del interruptor que se va a probar.
- Identifique los puntos de control de apertura y cierre del interruptor.
- Conecte el Terminal hembra de cable del transductor, a uno de los tres terminales MT1, 2 y 3 del TR3000 o TDR9000. El Terminal al cual se conecta el cable, indica el canal de desplazamiento que se debe activar en el plan de prueba.
- Después de que el cable de control del interruptor se conecta al interruptor, conecte el otro extremo en el Terminal de control del TR3000 o TDR9000.
- Conecte los cables de apertura, en los terminales de apertura manual del interruptor.
- Conecte los cables de cierre, en los terminales de cierre manual del interruptor.
- Si la prueba se realiza a un interruptor de tanque muerto, conecte los cables del monitor al TR3100 o TDR9000 a los bujes del interruptor; es importante que existan buenas conexiones entre los cables de contacto del monitor y los bujes, cuando el voltaje de prueba sea solo de 65V.
- Si la prueba se realiza a un interruptor de tanque vivo, conecte los cables del monitor al TR3100 o TDR9000 a los bujes del interruptor; es importante que existan buenas conexiones entre los cables de contacto del monitor y los bujes, cuando el voltaje de prueba sea solo de 20V. Se sugiere envolver los cables del monitor en la porcelana, para asegurar un mejor contacto; especialmente cuando la prueba se realiza en campo.

Instalación del transductor:

1. Remueva la tapa del interruptor y ubique el transductor en el sitio apropiado.
2. Instale los ángulos de montaje para el transductor.
3. Inserte la barra conectora del transductor en los filos de la rosca del tornillo en la barra de operación del interruptor.
4. Monte el transductor directamente en el tanque del interruptor.
5. Si se mide el movimiento rotacional, fije la unión rotativa al transductor.
6. Posicione el transductor en el ángulo, de tal manera que la barra conectora este centrada y fija en su guía. Verifique que la barra conectora este espaciada del ángulo y no haga ningún contacto al operar el interruptor.
7. Gire el botón de cierre del transductor.
8. Fije la base del transductor a la plataforma utilizando prensas.



Traslado de las tierras de seguridad

1. Si el interruptor está cerrado y conectado a un transformador (no hay desconexión entre el transformador y el interruptor) cuyo neutro está aterrizado, entonces solo debe haber tierras de seguridad entre el transformador y el interruptor.
2. Siempre se debe aterrizar el interruptor por ambos lados.

Lista de chequeo antes de la prueba

1. El interruptor bajo prueba ha sido removido de servicio de acuerdo con las pruebas de seguridad?
2. El cable de seguridad de tierra ha sido instalado en cada instrumento?
3. La fuente disponible de AC es la adecuada?
4. El final de cada fase ha sido aterrizado?
5. Si se requiere movimiento rotatorio, está la unión rotativa instalada?
6. Ha acoplado la varilla de conexión del transductor a la varilla de conexión del interruptor?
7. Está el cable del transductor conectado al transductor?
8. Están los cables de contacto del equipo conectados a los bujes del interruptor?
9. Están todos los cables conectados al instrumento maestro?

Realizando la prueba

1. Se procede a insertar los datos del interruptor y subestación en el equipo.
2. Se especifica la prueba a realizar (Close, Trip, O–C–O, Reclose).
3. Se le da el mando al equipo para realizar la prueba.
4. Imprimir datos y grabarlos en un diskette por seguridad.

DIAGRAMAS DE CONEXIÓN

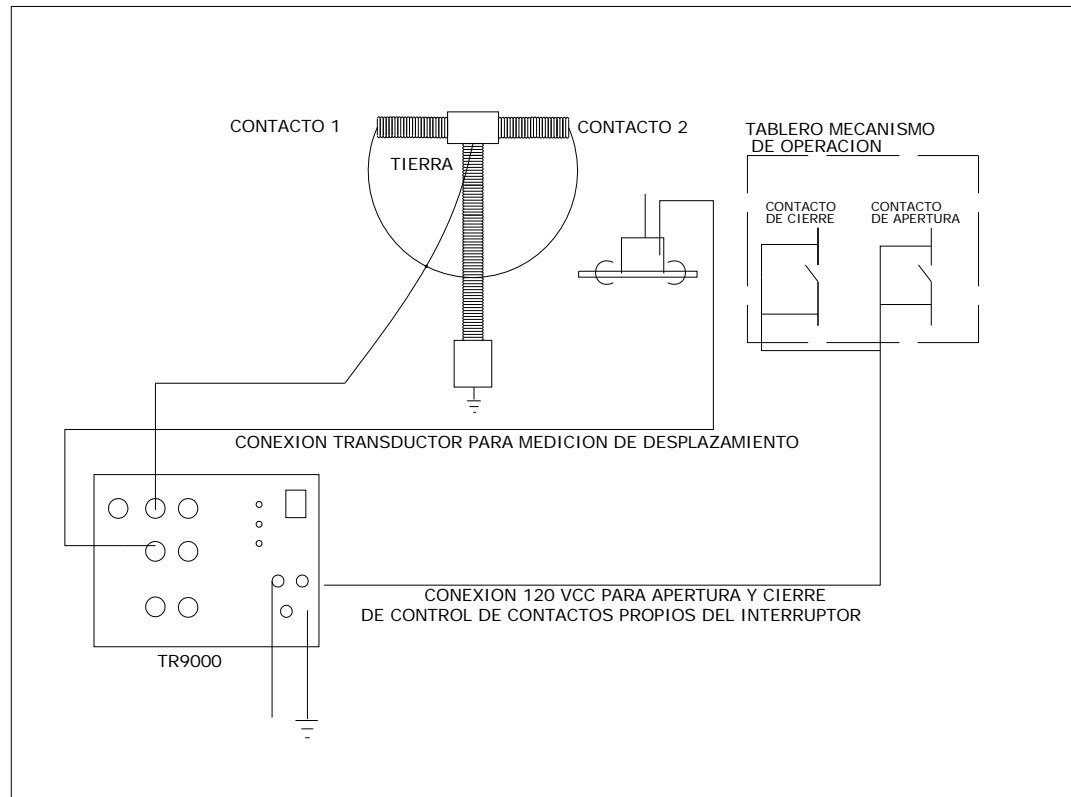


Figura 28. Diagrama de conexión para interruptores en pruebas dinámicas.

11.2.7 Después de la prueba

- Después de terminar las pruebas, coloque el switch en posición OFF, antes de remover cualquier cable del monitor, del interruptor.
- Retire los cables del monitor del interruptor. NO ARRANQUE LOS CABLES.
 - Retire los cables de del monitor del equipo retire:
 - El cable de comunicación entre el TR3000 y el TR3300.
 - Cable del transductor.
 - Cable de control.
 - Cables entre TR3100 y el circuito de control del interruptor.
- Retire los cables de potencia AC de la alimentación AC.
- Retire los cables de potencia AC del equipo.
- Retire los cables de seguridad de tierra.
- Rehabilita el interruptor para puesta en servicio.

11.2.8 Resultados esperados

Interruptores 115 kV											
		GAL-OCER F-110	OER-TOFQ -150-12 FAST	OER-TOFQ -150-12	SPR-HPF-3 11-LS	ASE-HLD-1 45-1250-B	ASE-HLD-1 45-1250-C	ASE-HLR-1 45-2501-E2/E1	SIE-3AR1	ASE-HCG-1 45-3151	MIT-100SF
TIEMPOS DE OPERACION (ms)											
CIERRE	MIN	166	130	210	140	140	145	120	90	49	112
	MAX	168	150	250	150	150	150	135	100	55	123
	PROM	167.5	140	230	145	145	147	130	95	52	121
APERTURA	MIN	46	40	50	25	45	45	19	45	24	23
	MAX	52	70	70	30	50	50	25	55	28	25
	PROM	48	55	60	27	47	47	22	50	26	25
COMPORTAMIENTO DINAMICO CIERRE (cm.)											
DESPLAZA- MIENTO	MIN	58	46	46	46	58	58	46	12.09	18.6	13.7
	MAX	60	47	47	47	60	61	49	12.14	19.1	14.1
	PROM	59	46.5	46.5	47	59	60	47.5	12.13	19	14
SOBREDES- PLAZAMIENTO	MIN	2.93	2.31	2.31	2.31	2.926	2.951	2.3	0.602	0	0.694
	MAX	2.96	2.33	2.33	2.33	2.962	2.987	2.45	0.609	0.11	0.703
	PROM	2.94	2.32	2.32	2.32	2.944	2.969	2.38	0.605	0.05	0.699
REBOTE	MIN	0.631	0.498	0.498	0.498	0.631	0.637	0.492	0.13	0	0.150
	MAX	0.679	0.535	0.535	0.535	0.679	0.684	0.524	0.139	0.06	0.161
	PROM	0.655	0.516	0.516	0.516	0.655	0.660	0.508	0.135	0.03	0.155
COMPORTAMIENTO DINAMICO APERTURA (cm.)											
SOBREDES- PLAZAMIENTO	MIN	0.24	0.19	0.19	0.19	0.24	0.24	0.189	0.05	0	0.5
	MAX	0.47	0.37	0.37	0.37	0.47	0.47	0.201	0.1	0.25	0.7
	PROM	0.36	0.28	0.28	0.28	0.36	0.36	0.195	0.07	0.02	0.6
REBOTE	MIN	0.09	0.07	0.07	0.07	0.09	0.09	0.074	0.02	0	0.022
	MAX	0.34	0.27	0.27	0.27	0.34	0.34	0.078	0.07	0.2	0.08
	PROM	0.22	0.17	0.17	0.17	0.22	0.22	0.076	0.04	0.1	0.052

Tabla 8.1 Resultados esperados para las diversas marcas de interruptores de 115 kV con respecto a las pruebas dinámicas.

Interrupidores 115 kV						
		MAG-SB6-145	ABB-HPL145-25-C1	ABB-LTB-145-25-C1	ASE-HLD-145 D1-B	ASE-HLD-145 -1250-C
TIEMPOS DE OPERACIÓN (ms)						
CIERRE	MIN	52	71	27.2	140	145
	MAX	55	78	32.8	150	150
	PROM	53	76	30.4	145	147
APERTURA	MIN	27	21	19.1	45	45
	MAX	30	28	24.8	50	50
	PROM	29	25	21.5	47	47
COMPORTAMIENTO DINAMICO CIERRE (cm)						
DESPLAZA-MIENTO	MIN	-	12.09	12.09	58	58
	MAX	-	12.14	12.14	60	61
	PROM	-	12.13	12.13	59	60
SOBREDES-PLAZAMIENTO	MIN	-	0.602	0.602	2.926	2.951
	MAX	-	0.609	0.609	2.962	2.987
	PROM	-	0.605	0.605	2.944	2.969
REBOTE	MIN	-	0.130	0.13	0.631	0.637
	MAX	-	0.139	0.139	0.679	0.684
	PROM	-	0.135	0.135	0.655	0.660
COMPORTAMIENTO DINAMICO APERTURA (cm)						
SOBREDES-PLAZAMIENTO	MIN	-	0.6	12.11	0.24	0.24
	MAX	-	0.61	12.14	0.47	0.48
	PROM	-	0.61	12.13	0.36	0.36
REBOTE	MIN	-	0.13	0.05	0.09	0.1
	MAX	-	0.139	0.1	0.34	0.34
	PROM	-	0.135	0.07	0.22	0.22

Tabla 8.2 Resultados esperados para las diversas marcas de interruptores de 115 kV con respecto a las pruebas dinámicas.

11.3 RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

11.3.1 Objetivo general de la prueba

Realizar la verificación del aislamiento entre los contactos principales del interruptor y tierra, y también entre los contactos; determinando si los valores obtenidos se encuentran dentro de los rangos que se encuentran establecidos por el fabricante o por estadísticas de equipos similares.

11.3.2 Descripción del equipo

Equipo: **MEGGER**

Marca: AVO

Componentes

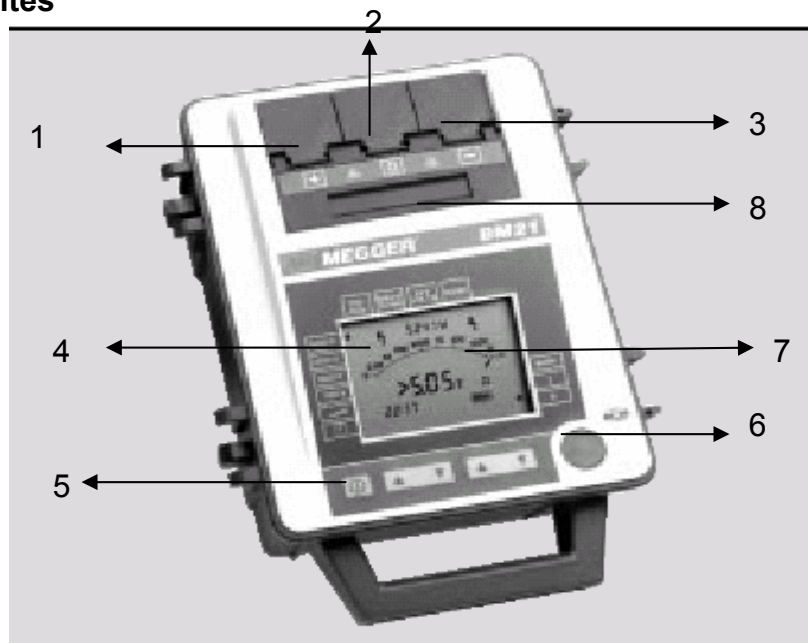


Figura 29 Equipo Megger AVO BM25

1. Socket punta positiva.
2. Socket de tierra.
3. Socket punta negativa.
4. Escala digital.
5. Botón de encendido.
6. Botón de inicio / pausa.
7. Display de datos.
8. Alimentación AC.

ESPECIFICACIONES

Rango de resistencia de aislamiento:

Digital:

10 kW to 500 GW a 500 V

10 kW to 1 TW a 1000 V

10 kW to 2.5 TW a 2500 V



10 kW to 5 TW a 5 kV

Análogo:

100 kW to 1 TW para todos los voltajes

Precisión 68 o F (20 o C)

±5% De la lectura 1 MW a 1 TW a 5 kV

Temperatura

Operación: -4 a +122 o F (-20 a +50 o C)

Acumulador: -13 a +149 o F (-25 a +65 o C)

Corriente de corto circuito

2 mA máximo

Rango de humedad

90% RH a 104 o F (40 o C)

Vida de la batería

8 horas continuas

Tiempo de carga

16 horas

11.3.3 Factores de seguridad

Los factores de seguridad que se deben tener en cuenta para la realización de la prueba, son los siguientes:

Personal que realiza la prueba:

- Estar seguro del trabajo a realizar, si existe alguna duda, preguntar.
- Asegurarse de llevar al sitio de trabajo el equipo y material necesario.
- Todo el personal debe tener la dotación necesaria :
 - Botas dieléctricas para trabajar con elementos eléctricos.
 - Dotación completa (overol).
 - Cinturones.
 - Guantes.

- Casco.
 - Todo el personal debe respetar el área de demarcación y no salir de ella.
- Todo el personal debe conocer los riesgos que se deben tener al trabajar con los equipos de alta tensión y que deben respetar dichas normas.
- Se debe tener un medio de transporte habilitado para que en el momento de una emergencia se pueda salir rápidamente.
- Los automotores deben estar en posición de salida y parqueados en reversa.
- Botiquín de primeros auxilios.
- Camilla.
- Utilización de herramientas aisladas en el momento de trabajar con tensiones.
- En el momento de utilizar escaleras se debe tener mucho cuidado al entrarlas al patio y en el momento de apoyarlas para trabajar con ellas deben quedar amarradas.
- Chequeo trimestral de la seguridad de los elementos de seguridad.

Del equipo con que se realiza la prueba:

- Jamás conectar el equipo a un espécimen energizado
- Siempre se debe hacer antes de aterrizar la respectiva descarga a tierra del espécimen a probar.
- Este equipo no debe utilizarse en áreas explosivas.
- El equipo debe operarse por personas calificadas, ya que un uso inadecuado puede causar serios daños al operario y al equipo. Es indispensable leer el manual del equipo, el cual indica claramente la operación del equipo y que cuidados se deben tener al conectar y desconectar el equipo.

11.3.4 Descripción de la prueba

Esta prueba exige que los equipos que ya han sido sometidos en fábrica a la misma prueba, sean excluidos de ella; por lo tanto la ejecución de esta prueba exige la apertura de los circuitos en los paneles de control y protección a partir de las cajas de prueba, al inyectar la señal de tal manera que esta sea conducida solamente hacia el cableado externo a los paneles de control y protección.

Realización de la prueba

- Verifique que el interruptor esté abierto.
- Se procede a realizar con el contacto fijo con respecto a tierra, fase por fase.

- Se procede a realizar con el contacto móvil con respecto a tierra, fase por fase.
- Se realiza la prueba entre contacto fijo y contacto móvil, fase por fase.
- El voltaje de prueba se selecciona de acuerdo a la tensión que maneje el interruptor.
- Los datos se apuntan en el respectivo protocolo.

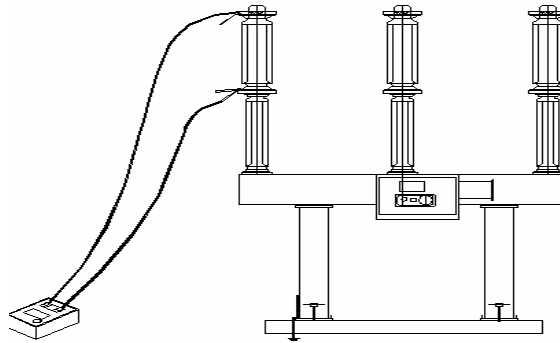
Conexiones:

Figura 30. Diagrama de conexión para la prueba de resistencia de aislamiento.

11.4 RESISTENCIA DE CONTACTOS**11.4.1 Objetivo general de la prueba**

Esta prueba se realiza con el propósito de verificar el estado mecánico de los contactos, determinando si los valores obtenidos se encuentran dentro de los rangos establecidos.

11.4.2 Descripción del Equipo: MOM600

Marca: PROGRAMA

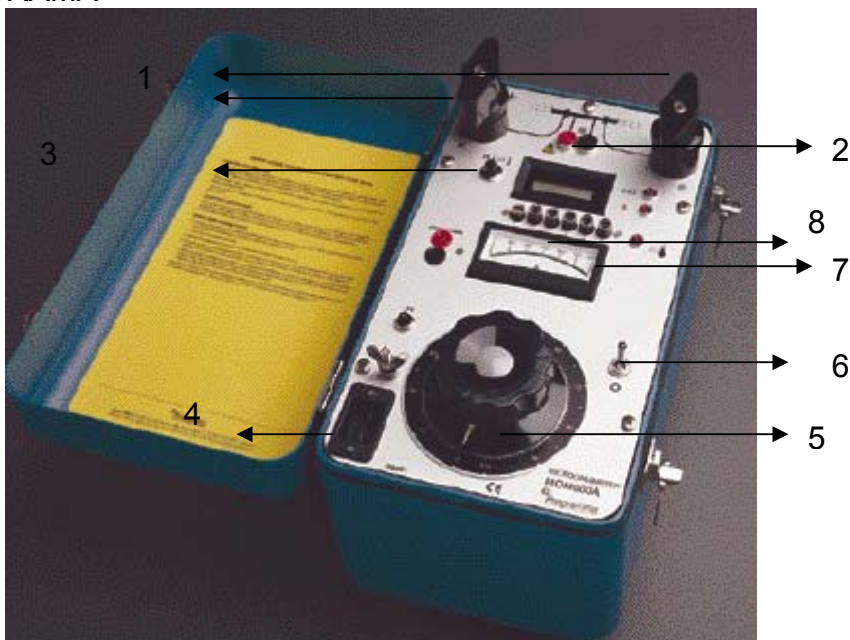


Figura 31 .Equipo Microhmeter utilizado para la prueba de resistencia de contactos.

1. Terminales de corriente
2. Terminales de tensión
3. pulsador de resistencia
4. Alimentación 115V

5. Ajuste de intensidad
6. Botón de encendido/apagado
7. Amperímetro
8. Escala

ESPECIFICACIONES

Salida	230 V	115V
Intensidad de medida (rectificada de onda completa)	0-600 A CC	0-600 A CC
Tensión sin carga	9,4 V CC	5,2 V CC
Tensión de salida (entre bornes)	7,2 V CC (300 A)	3,6 V CC (300 A)
	3,6 V CC (300 A)	2,2 V CC (600 A)
Tiempo de conexión de la carga: Ensayo sencillo	120 s (300 A)	120 s (300 A)
	15 s (600 A)	10 s (600 A)
Intensidad máxima con cables estándar GA-05053 (5 m) y 100 Ω de carga	750 A	550 A

Resistencia máxima de la carga con cables estándar GA-05053 (5 m)	18 m ¹ / ₂ (300 A) 3 m ¹ / ₂ (600 A)	10 m ¹ / ₂ (300 A)
SECCIÓN DE MEDIDA		
ESCALA	0-1999 $\mu\Omega$	
RESOLUCIÓN	1 $\mu\Omega$	
PRECISION	$\pm 1\%$, + 1 dígito del valor mostrado	
MEDIDOR	Amperímetro y ohmetro conectado internamente. Se puede conectar un amperímetro externamente	
SHUNT DE INTENSIDAD	600 A/60 mV, $\pm 0,5\%$	

Tabla 9. Especificaciones técnicas de equipo de medida de resistencia entre contactos del interruptor.

11.4.3 Factores de seguridad

Los factores de seguridad que se deben tener en cuenta para la realización de la prueba, son:

Personal que realiza la prueba:

- Estar seguro del trabajo a realizar, si existe alguna duda, preguntar.
- Asegurarse de llevar al sitio de trabajo el equipo y material necesario.
- Todo el personal debe tener la dotación necesaria para trabajar con elementos eléctricos:
 - Botas dieléctricas.
 - Dotación completa (overol).
 - Cinturones.
 - Guantes.
 - Casco.
- Todo el personal debe respetar el área de demarcación y no salir de ella.
- Todo el personal debe conocer los riesgos que se deben tener al trabajar con los equipos de alta tensión y que deben respetar dichas normas.
- Se debe tener un medio de transporte habilitado para que en el momento de una emergencia se pueda salir rápidamente.
- Los automotores deben estar en posición de salida y parqueados en reversa.
- Botiquín de primeros auxilios.
- Camilla.



- Utilización de herramientas aisladas en el momento de trabajar con tensiones.
- En el momento de utilizar escaleras se debe tener mucho cuidado al entrarlas al patio y para trabajar con ellas deben quedar amarradas.
- Chequeo trimestral de la seguridad de los elementos de seguridad.

Del equipo:

- Siempre se debe hacer antes de la tierra la respectiva descarga a tierra del espécimen a probar
- Este equipo no debe utilizarse en áreas explosivas.
- El equipo debe operarse por personas calificadas, ya que un uso inadecuado puede causar serios daños al operario y al equipo
- Es indispensable leer el manual del equipo, el cual indica claramente la operación del equipo y que cuidados se deben tener al conectar y desconectar el equipo.

11.4.4 Descripción de la prueba

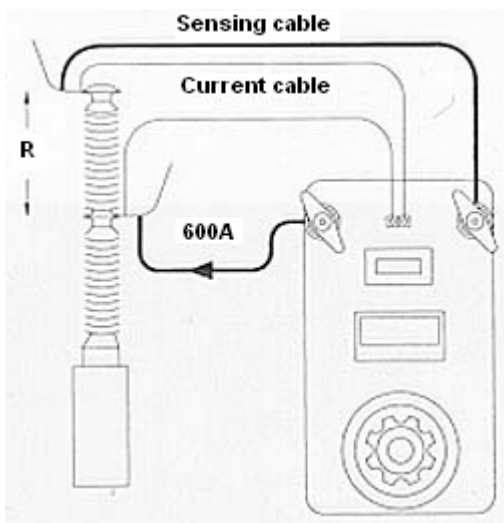
En esta prueba se verifica la resistencia a través de los contactos principales del interruptor. El principio de funcionamiento del equipo que se utiliza para esta prueba (Microhòmetro) es el del puente de Wheastone, inyectando generalmente una corriente de 100 A.

Los fallos en subestaciones son motivados frecuentemente por unos sobrecalentamientos en las puntas de apertura de las conexiones a consecuencia del aumento de resistencia. Además, los peligros de sobrecalentamientos son cada vez más serios debido al hecho de que las redes de distribución actuales soportan cargas cada vez mayores.

11.4.5 Realización de la prueba

1. Desenergizar el interruptor
2. Darle la orden de cierre al interruptor
3. Garantizar que el equipo durante la prueba, no tenga una apertura o cierre accidental.

Medida de la resistencia del interruptor



1. Conectar el micrómetro al interruptor.
2. Ajustar la intensidad
3. Presionar el pulsador resistencia.
4. Efectuar la lectura del resultado.

Figura 32 .Diagrama de conexión para realización de prueba de resistencia de contactos en interruptores de 115 kV.

11.4.6 Resultados Esperados

Interruptores 115 kV											
		GAL-OCER F-110	OER-TOFQ -150-12 FAST	OER-TOFQ -150-12	SPR-HPF-3 11-LS	ASE-HLD-1 45-1250-B	ASE-HLD-1 45-1250-C	ASE-HLR-1 45-2501-E2/E1	SIE-3AR1	ASE-HCG-1 45-3151	MIT-100SF
MEDIDA A 100 A	MIN	100	60	60	60	85	70	58	30	100	30
	MAX	150	100	100	100	90	90	65	60	130	50
	PROM	125	80	80	80	87	85	63	50	120	35

Tabla 10.1 Resultados esperados para la prueba de resistencia de contactos en diferentes tipos de fabricantes.

Interruptores 115 kV						
		MAG-SB6-145	ABB-HPL145-25-C1	ABB-LTB-145-25-C1	ASE-HLD-145 D1-B	ASE-HLD-145 -1250-C
MEDIDA A 100 A	MIN	25	30	33	85	70
	MAX	30	60	45	90	90
	PROM	28	50	37	87	85

Tabla 10.2 Resultados esperados para la prueba de resistencia de contactos en diferentes tipos de fabricantes.

11.5 RIGIDEZ DIELECTRICA DEL ACEITE

11.5.1 Objetivo principal

Verificar si la rigidez del aceite se encuentra entre los rangos establecidos por el fabricante y por norma ASTM D 1816/97.

11.5.2 Descripción del equipo

- Probador de aislamiento del aceite DPA 75, BAUR.

COMPONENTES

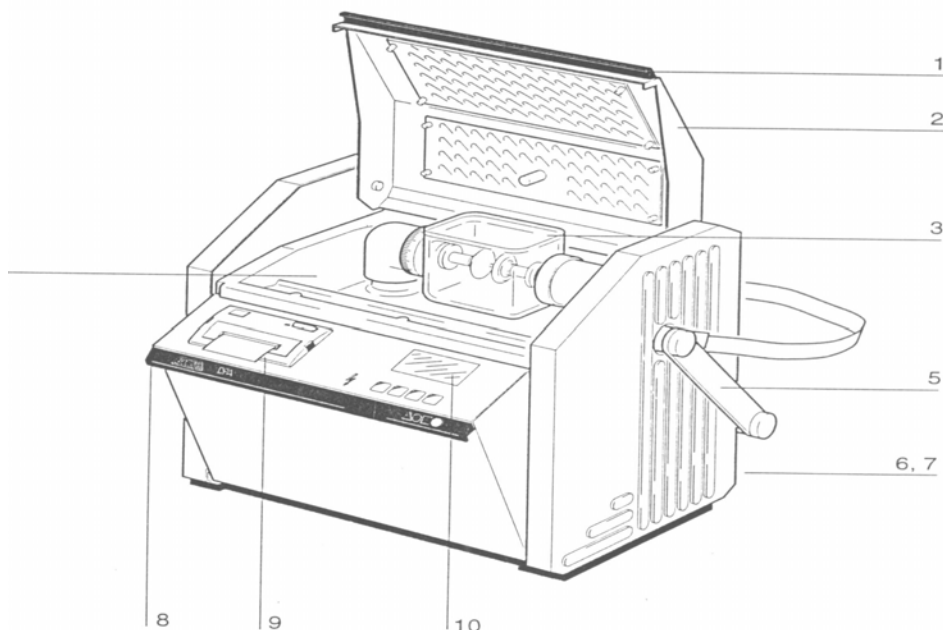


Figura 33. Equipo utilizado para la prueba de rigidez dieléctrica del aceite. (Chispómetro)



- 1) Agarradera de apertura y cierre de la cubierta protectora.
- 2) Cubierta protectora con seguro propio para la más alta seguridad operacional.
- 3) Vaso de prueba con electrodos, disponible para todos los estándares de corrientes. El vaso de prueba se retira rápidamente para facilitar la limpieza,
- 4) Caldero, adecuado para limpiar con éter de petróleo.
- 5) Manija
- 6) Batería recargable, para operaciones independientes
- 7) Interfase bidireccional RS232, para comunicación con el PC.
- 8) Unidad de encendido / apagado automática.
- 9) Impresora.
- 10) Panel de control.

Especificaciones

Suministro de potencia	100 – 240 V (50 / 60 Hz)
Consumo de potencia	aprox. 120 VA
Salida de voltaje, prueba de rigidez dieléctrica	0 – 75 kV rms simétricos para líquidos aisladores, con un valor de tangente $\delta \leq 4.5$ o resistencia específica $\rho > 30 \text{ M}\Omega\text{m}$
Rata de voltaje	0.5 / 1 / 2 / 3 / 5 kV / s
Corriente de desconexión	4 mA
Tiempo de desconexión en interrupción	$\leq 1 \text{ ms}$
Adquisición de temperatura interna de la muestra de aceite	0-99°C / +32 F - +120 F
Resolución de temperatura	1°C / 1.8 F
Temperatura de operación	0°C - 45°C / +32 F - +113 F
Temperatura de almacenamiento	20°C - 55°C / -4 F - +131 F
Humedad relativa	+ 90 %
Diseñado y construido con las siguientes normas	IEC 1010 EN 61010-1 VDE 0411 parte 100

Tabla 11. Especificaciones técnicas medidor de rigidez dieléctrica del aceite.



11.5.3 Factores de seguridad

Los factores de seguridad que se deben tener en cuenta para la realización de la prueba, son:

Personal que realiza la prueba:

- Estar seguro del trabajo a realizar, si existe alguna duda, preguntar.
- Asegurarse de llevar al sitio de trabajo el equipo y material necesario.
- Todo el personal debe tener la dotación necesaria para trabajar con elementos eléctricos:
 - Botas dieléctricas
 - Dotación completa (overol)
 - Cinturones
 - Guantes
 - Casco
- Todo el personal debe respetar el área de demarcación y no salir de ella.
- Todo el personal debe conocer los riesgos que se deben tener al trabajar con los equipos de alta tensión y que deben respetar dichas normas.
- Se debe tener un medio de transporte habilitado para que en el momento de una emergencia se pueda salir rápidamente.
- Los automotores deben estar en posición de salida y parqueados en reversa.
- Botiquín de primeros auxilios.
- Camilla.
- Utilización de herramientas aisladas en el momento de trabajar con tensiones.
- En el momento de utilizar las escaleras se debe tener mucho cuidado en entrarlas al patio y para trabajar con ellas deben quedar amarradas.
- Chequeo trimestral de la seguridad de los elementos de seguridad.

Del equipo:

- La persona que realiza la prueba, debe haber leído y entendido el manual completo del equipo con anterioridad.
- La unidad DPA 75 debe ser utilizado exclusivamente con líquidos aislantes con punto de ebullición ≥ 110 °C (230 F).



11.5.4 DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA

Realización de la prueba

1. El equipo debe estar desenergizado.
2. Se necesitan dos personas para realizar la prueba.
3. Una persona suelta la tapa de salida de aceite del interruptor.
4. La otra persona esta pendiente para alcanzar las herramientas a la persona que esté en el interruptor.
5. Para poder tomar la muestra se necesita que no haya humedad en la temperatura ambiente.
6. El vaso donde se toma la muestra debe estar completamente limpio y además se debe cubrir para evitar que se filtren impurezas
7. Luego de haber tomado la muestra se lleva al chispómetro.
8. Abra la cubierta protectora y remueva el vaso de prueba.
9. Inserte los electrodos correspondientes a la prueba seleccionada y ajuste la separación de los electrodos.
10. Vierta el aceite en el vaso de prueba, considerando las normas mencionadas.
11. Cierre la capa protectora.
12. Antes de empezar la prueba tenga en cuenta la forma del electrodo y el espaciamiento actual y al indicado.
13. Después de realizar la prueba los datos medidos son reportados automáticamente por la impresora.
14. El DPA 75 se apaga automáticamente.

11.6. TABLERO DE CONTROL Y CONTROL DE LA CAJA DEL INTERRUPTOR

11.6.1 Objetivo general de la prueba

Se verifica que las bobinas y el interruptor operen correctamente, también que la señalización sea correcta.

11.6.2 Equipos

- FLUKE
- PINZA AMPERIMÉTRICA
- CABLES DE CONEXIÓN

COMPONENTES



Figura 34. Equipo de prueba Fluke para pruebas en panel de control de interruptor.

- | | |
|------------------------------|-----------------------------|
| 1. BOTON DE ENCENDIDO | 5. HOLD |
| 2. TERMINAL DE CORRIENTE | 6. ESCALA |
| 3. TERMINAL DE CORRIENTE | 7. TERMINAL DE V / Ω |
| 4. PANTALLA DE VISUALIZACION | 8. TERMINAL DE ATERRIZAJE |

11.6.3 Factores de seguridad

Los factores de seguridad que se debe tener en cuenta son:

1. Es necesario que el personal ajeno a la prueba este alejado del interruptor.
2. Se recomienda que las pruebas de control la realizan dos personas.
3. Se necesitan los radios para comunicaciones.

11.6.4 Descripción de la prueba

- **CONSUMO DE MOTORES:** Esta prueba consiste en medir la corriente de consumo del motor, cuando este se encuentra trabajando; la medición se realiza con un fluke y una pinza amperimétrica.

1. Se pone a trabajar el motor
2. se realiza la medición con la pinza amperimetrica y el fluke
3. Los datos se anotan en el protocolo de pruebas



- **TENSIÓN MÍNIMA Y MÁXIMA DE OPERACIÓN DE LAS BOBINAS:** Se realiza manteniendo un voltaje constante (100 V) y esperando que opere tanto la bobina de cierre como la de apertura; esta prueba se realiza con una fuente de D.C.
 1. Abrir la alimentación de las bobinas del interruptor.
 2. Conectar la alimentación de la fuente de D.C.
 3. Se calibran 100 V en el multímetro.
 4. Inyectar los 100 V en las bobinas de cierre y apertura, cada una por separado.
 5. Se comprueba si el interruptor abre o cierra.
- **INDICADORES:** Se verifica que la señalización sea correcta según la posición del interruptor (abierto o cerrado), esta señalización esta en la sala de control y en el interruptor.

Se hace la revisión visual de los indicadores en la sala de control y en el interruptor.
- **CARGA DE RESORTES:** establece un límite de la carga de resorte o medio del motor.
 1. Verificar que haya tensión en los bornes del guardamotor.
 2. Pulsar el botón del guardamotor.
 3. Verificar que el resorte se tensionó y que el final de carrera actúe para quitarle la alimentación al motor.



12. PROCEDIMIENTO DE LA DEVOLUCIÓN DE LA MANIOBRA

Una vez terminados los trabajos de mantenimiento del interruptor, el ingeniero de Mantenimiento junto con el personal designado para la coordinación de la maniobra y el operador, deberán normalizar el circuito teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Desconecte la toma de AC de los equipos utilizados en el mantenimiento
2. Descargue de la presión del compresor utilizado en el mantenimiento.
3. Verifique visualmente la posición de cada equipo abierto o cerrado.
4. Verifique visualmente las conexiones, que no existan elementos extraños sobre los equipos de alta tensión, como son lanilla, estopa, recipientes, manilas, etc.
5. Verifique las conexiones a tierra
6. Retire el personal del patio de conexiones dejando solo lo necesario para la normalización.
7. Retire las pértigas de tierra portátiles del seccionador de barras
8. Retire las pértigas de tierra portátiles del seccionador de transferencia
9. Retire las pértigas de tierra portátiles de la línea.
10. Verifique la posición del selector del interruptor de Local-Remoto dejando en remoto.
11. Verifique el selector de la calefacción.
12. Verifique posición del guarda motor.
13. Verifique posición de los resortes (Tensado).
14. Retire la cinta que delimita el área de seguridad
15. Entregue el módulo al Operador de turno
16. Verifique las condiciones normales de operación del módulo.



CONCLUSIONES

- El mantenimiento de interruptores permite recuperar los niveles de confiabilidad de los equipos, disminuidos por razón del número de operaciones o ciclos de tiempo establecidos para éstos.
- Dentro del estudio realizado de mantenimiento y pruebas, queda demostrado que al implementar un manual como el que se planteó, el proceso de mantenimiento se realiza de una manera más adecuada, pues se está siguiendo un procedimiento determinado.
- Durante el estudio de los diversos interruptores y de las diversas subestaciones de Bogotá y Cundinamarca, en el nivel de tensión de 115 kV, no se presentan Interruptores con aislamiento en Gran Volumen de aceite, por lo contrario se han venido implementando con gran fuerza los Interruptores con aislamiento en SF₆, por el espacio que ocupan y sus diversas características técnicas de mantenimiento y de manejo.
- En el estudio de las diversas pruebas, se concluye que cada una de ellas es primordial para el mantenimiento, pues presentan información del estado antes y después del mantenimiento. Estas pruebas deben reflejar una mejora en el estado de operación del interruptor.
- El manejo de los factores de seguridad es de basta importancia en los trabajos relacionados con energía eléctrica, en este caso con el mantenimiento y pruebas de los interruptores. El objetivo de trabajar bajo estos factores es el de evitar accidentes de gravedad durante el mantenimiento.
- El mantenimiento preventivo programado es una actividad correctiva que implica reparación y reemplazo de piezas que tiene carácter preventivo, ya que en función de las condiciones del equipo o de ciertos parámetros se efectúan las reparaciones con la intención de anticiparse y prevenir daños mayores que afecten a la disponibilidad del interruptor.
- Las técnicas de diagnóstico aplicadas durante el mantenimiento tienen la finalidad de revelar el estado de los interruptores, para poder anticiparse a las fallas y averías; si el diagnóstico revela mal estado o menor que el admisible, será necesario programar una intervención más profunda del interruptor.



- No se podrán reducir a cero las fallas de un sistema eléctrico, pero lo importante será evitar la ocurrencia de aquellas fallas que pudieron haberse prevenido, en especial las que pudieron causar serias averías o la destrucción de los equipos, por ser estos de elevado costo y además de que su reemplazo o reparación implica la movilización de recursos humanos y materiales, es por esto que se debe realizar un continuo mantenimiento a los interruptores de potencia.
- Se puede apreciar en el desarrollo de la actividad de mantenimiento, que los encargados de la misma, no sólo necesitan conocimientos y experiencia relativa a su área de trabajo, es también necesario que cuente con conocimientos de seguridad industrial y primeros auxilios, pues durante el desarrollo del mantenimiento es fundamental el correcto manejo del riesgo eléctrico.
- El intervalo de tiempo de cada mantenimiento para cada interruptor está dado por el número de interrupciones y tiempo de operación del mismo en determinada subestación. Este estudio es llevado por la empresa Codensa, la cual realiza la programación de los mismos.



RECOMENDACIONES

- Las pruebas a los Interruptores se deben manejar bajo las condiciones de Seguridad Indicadas puesto que los niveles de tensión manejados son bastante altos y de mucho cuidado a la hora de ejecutar el mantenimiento.
- Durante la intervención el interruptor debe estar abierto y puesto a tierra, asegurándose que esté en posición abierta y que los resortes en la unidad de mando no estén tensados. Para descargar las capacitancias se realizará una maniobra de cierre cuando el interruptor ya haya sido puesto a tierra.
- Para el Interruptor oerlinkon se debe aclarar que la prueba de comportamiento dinámico no es realizada debido a que las partes del mecanismo de operación son bastante frágiles y pueden dañar el mecanismo.
- Para el manejo de los equipos de pruebas se deben tener en cuenta todas las condiciones de seguridad ya mencionadas, tanto por seguridad del operador, como por el cuidado del equipo de prueba.
- En la prueba de resistencia de contactos se deben tener en cuenta los diversos valores nominales estudiados, los valores obtenidos en la prueba deben encontrarse dentro de los rangos obtenidos por Seringel y por Codensa mostrados en las tablas 10.1 y 10.2, lo que indicará que el interruptor se encuentra en condiciones operativas normales.
- Para la prueba de resistencia de aislamiento se debe tener en cuenta que el índice de polarización obtenido sea mayor a 1 esto nos indicará que el nivel de aislamiento del interruptor se encuentra en condiciones óptimas de operación.
- En la prueba de factor de potencia se debe tener en cuenta que las pérdidas no superen los máximos límites de mW establecidos para cada equipo, si el resultado obtenido se encuentra dentro de los rangos, el equipo se encontrará en condiciones de operación óptimas.



BIBLIOGRAFIA

- [1] PRIETO ABAUNZA GERARDO “Mantenimiento para transformadores, interruptores y seccionadores de potencia para subestaciones convencionales de 115kV y 230kV. (Tesis Universidad de La Salle),” 1995, pg. 79–93. Bogotá, Colombia
- [2] ARANGO BUENO INGRID PAOLA, Llanos Cortes Diego Fernando, “Manual de procedimientos para la construcción, montaje electromecánico, pruebas y puestas en servicio de una subestación 115/11.4Kv” (Tesis Universidad De La Salle), 2001, Pág., 138, 213,164, Bogotá, Colombia.
- [3] HARPER ENRÍQUEZ. “Elementos de diseño de subestaciones eléctricas” 2 edición, 2002, México DF, Pág. 3
- [4] ROMERO JOSÉ CARLOS, “Subestaciones fundamentos teóricos y consideraciones”, Universidad Nacional, 1999, Pág. 6, Bogotá Colombia.
- [5] H.M. RYAN & G.R. JONES, SF6 Switchgear, Peter Peregrinus Ltd, First Edition, 1989.EEUU.
- [6] C.H. Flurscheim, Power circuit breakers theory and design, Peter Peregrinus Ltd, Second Edition, 1982. EEUU.
- [7] B.M. Weedy, Electric Power Systems, John Willey & Sons, Third Edition, 1984.EEUU
- [8] M. Cortes Cherta, Curso de Aparatación Eléctrica, Curso 90-91, Merlin Gerin, 1990.
- [9] R. Hoerauf, D. Shipp, “Characteristic and applications of various arc interrupting methods”. Conference Record of the 1991 Annual Pulp and Paper Industry Technical Conference, June 1991, pp. 151-163.EEUU.
- [10] A.C. Cavalcanti de Carvalho, C.M. Portela, J.S. Teixeira, R. Colombo, Disjuntores e Chaves Aplicação em Sistemas de Potência, Editora da Universidade Federal Fluminense, CIGRÉ Comité Nacional Brasileiro-FURNAS, 1995.Brasil.
- [11] A. Greenwood, Electrical Transients in Power Systems, John Wiley & Sons Inc, Second Edition.EEUU.



[12] K.J. Cornick, Transmission and Distribution Plant, Switching Conditions, Module 102, UMIST, Inglaterra.

[13] IEC 60056 “Interruptores de alta tensión para corriente alterna”

[14] IEC 60376 “Specification and Acceptance of New Sulphure Hexafluoride”

[15] IEC 60694 “Common specifications for high voltage switchgear and control gear Standards”

[16] IEEE Std C37.06 “AC High-Voltage Circuit Breakers Rated on a Symmetrical Current Basis- Preferred Ratings and related Required Capabilities”

[17] IEEE Std C37.09 “Test Procedure for AC High-Voltage Circuit Breakers Rated on a Symmetrical Current Basis”

[18] CASTIBLANCO LADINO JOHN, BENAVIDES ALVARADO CRISTIAN, “Guía General y Recomendaciones Para Pruebas de Diagnostico de Fallas En Equipos de alta tensión en Subestaciones de Energía Eléctrica” (Tesis Universidad de la Salle), 2006, Pág., 57-70,74-100, Bogotá, Colombia.

[19] MANUAL DE OPERACION INTERRUPTOR ABB SWITCHGEAR 1065SP-1 SGW/TB, 1992.

[20] MANUAL DE OPERACION INTERRUPTOR ASEA OIL MINIMUM CIRCUIT BREAKERS LAK, 1976.

[21] www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_electronica/sistemadistribucionenergiaelectronica

[22] UNIVERSIDAD DE CATALUÑA, “Tesis Doctoral Modelización De Interruptores Eléctricos De Potencia”, España ,2003.

[23] MANUAL DE OPERACION Y PUESTA EN SERVICIO INTERRUPTOR OERLINKON.

[24] MANUAL DE MANEJO EQUIPO DE PRUEBAS M4000, DOBLE.

[25] MANUAL DE MANEJO EQUIPO DE PRUEBAS TR9000, DOBLE.

[26] MANUAL DE OPERACIÓN INTERRUPTOR WESTINGHOUSE ,115 kV .



ANEXOS



PROTOCOLOS DE PRUEBAS PUESTA EN SERVICIO

INTERRUPTOR DE POTENCIA

CODIGO

FECHA

CLIENTE:

PROYECTO/CONTRATO:

CIUDAD Y FECHA:

SUBESTACIÓN:

CONFIGURACIÓN:

MÓDULO:

A. DATOS GENERALES E INFORMACIÓN

FABRICANTE:

SERIE No. FA:

TIPO:

FB:

IDENTIFICACIÓN

FC:

AÑO

Inominal:

B. PRUEBA DE RESISTENCIA DE CONTACTOS. MICRO OHMNOS Ω

FASE	RESISTENCIA	
	OBTENIDO	ESPERADO
A		
B		
C		

C. PRUEBA DE INDICADORES

INTERRUPTOR ABIERTO

☐ OK

RESORTE CARGADO

☐ OK

RESORTE DESCARGADO

☐ OK

INTERRUPTOR CERRADO

☐ OK

D. PRUEBA DE ESTADO DINAMICO DEL INTERRUPTOR CON EL EQUIPO TR-3100

1. MEDIDA DE DESPLAZAMIENTO, SOBREALCANCE, REBOTE (En mm).

PRUEBA	TRIPOLAR			VR. NOMINAL	
	CIERRE	APERTURA 1	APERTURA 2	CIERRE	APERTURA
DESPLAZAMIENTO					
SOBREALCANCE					
REBOTE					

2. TIEMPO DE OPERACIÓN (En ms)

PRUEBA	FASE A	FASE B	FASE C	NOMINAL
CIERRE				
APERTURA 1				
APERTURA 2				

ELABORÓ

APROBÓ



PROTOCOLOS DE PRUEBAS PUESTA EN SERVICIO

INTERRUPTOR DE POTENCIA

CODIGO

FECHA

CLIENTE:

PROYECTO/CONTRATO:

CIUDAD Y FECHA:

SUBESTACIÓN:

CONFIGURACIÓN:

MÓDULO:

3. GRÁFICOS DEL COMPORTAMIENTO DINAMICO DEL INTERRUPTOR

(Ver gráficos anexos a este protocolo)

E. ESTANQUEIDAD

F. PRUEBA DE AISLAMIENTO. MAGNITUD: GIGA-OHMIOS. VOLTAJE APLICADO: 5000 V

BUJE	CONTRA	MEDIDA
1		
2		
3		
4		
5		
6		
1		
3		
5		

G. CORRIENTES DEL MOTOR I(A)

OBTENIDA	ESPERADA

H. CORRIENTES DE CONSUMO DE LA BOBINA

PRUEBA		TRIPOLAR	NOMINAL
CIERRE			
APERTURA	BOB. 1		
	BOB. 2		

EQUIPO UTILIZADO PARA LA PRUEBA

DESCRIPCION	FABRICANTE	MODELO	No. SERIE

ELABORÓ

APROBÓ

SUBESTACIÓN: _____ **MÓDULO:** _____ **NIVEL DE Tensión:** _____ kV
INSPECCIÓN: ☐ **MANTENIMIENTO:** ☐ **EMERGENCIA:** ☐ **CORRECCIÓN DE DEFECTOS:** ☐

INTERRUPTOR DE POTENCIA

MARCA:		TIPO:		TENSIÓN:		kV		Nº. OPERACIONES:		ID				
AÑO:		NUMERO SERIE		MEDIO EXTINCIÓN:		ACEITE		<input type="checkbox"/>	SF ₆	<input type="checkbox"/>	VACIO	<input type="checkbox"/>	AIRE	<input type="checkbox"/>

	B	R	M	N/A		B	R	M	N/A
Contador de operaciones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Contactos fijo, movil e intermedio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Operación de presostatos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Camara de extinción de arco	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nivel de aceite	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Medida de resistencia de contactos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mando local	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Medida de capacitancia y tangente delta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mando remoto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Medida de rigidez dielectrica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mando centro control	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Medida de tiempos de dinamicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Limpieza del interruptor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento a gabinete	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pintura del interruptor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Estanqueidad del dielectrico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mecanismo de operación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Estanqueidad del mando	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cambio de aceite	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	Lubricación del mecanismo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBSERVACIONES:

TRANSFORMADOR DE CORRIENTE

MARCA: _____ TIPO: _____ ID: _____
TENSIÓN: _____ kV

Nivel de aceite	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Estanqueidad del aceite	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Limpieza y pintura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Caja de conexiones de secundario	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Medida de capacitancia y tangente delta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBSERVACIONES:

TRANSFORMADOR DE POTENCIAL

MARCA: _____ TIPO: _____ ID: _____
TENSIÓN: _____ kV

Nivel de aceite	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Estanqueidad del aceite	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Limpieza y pintura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Caja de conexiones de secundario	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Medida de capacitancia y tangente delta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBSERVACIONES:

SECCIONADOR DE LÍNEA

MARCA: _____ TIPO: _____
TENSIÓN: _____ kV

Mando local	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mando remoto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lubricación articulaciones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Engrase contacto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Limpieza	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pintura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Caja contactos auxiliares	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBSERVACIONES:

SECCIONADOR DE BARRA


MARCA: _____ TIPO: _____
TENSIÓN: _____ kV

Mando local	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mando remoto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lubricación articulaciones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Engrase contacto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Limpieza	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pintura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Caja contactos auxiliares	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBSERVACIONES:

[illegible][illegible]

HORARIOS DE TRABAJO				MATERIAL SUMINISTRADO POR SERINGEL											
FECHA DE INICIO	DD	MM	AA												
HORA DE LLEGADA:	HORA :	MIN	AM <input type="checkbox"/> PM <input type="checkbox"/>												
HORA DE INICIO:	HORA :	MIN	AM <input type="checkbox"/> PM <input type="checkbox"/>												
FECHA DE FINALIZACIÓN:	DD	MM	AA												
HORA FINALIZACIÓN:	HORA :	MIN	AM <input type="checkbox"/> PM <input type="checkbox"/>												
HORA NORMALIZACIÓN:	HORA :	MIN	AM <input type="checkbox"/> PM <input type="checkbox"/>												
				1											
				2											
				3											
				4											
				5											
REALIZADO POR (SERINGEL LTDA)				RECIBIDO POR (CODENSA S.A. ESP)											

	GERENCIA DE ALTA TENSIÓN MEDICIONES A EQUIPOS DE POTENCIA	CODIGO: _____ FECHA: _____ PAGINA _____ DE _____ OIT: _____ SERIN-S																																																											
SUBESTACIÓN: _____ MÓDULO: _____ NIVEL DE TENSIÓN: _____ kV MANTENIMIENTO: <input type="checkbox"/> EMERGENCIA: <input type="checkbox"/> PUESTA EN SERVICIO: <input type="checkbox"/>																																																													
INTERRUPTOR DE POTENCIA																																																													
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> MARCA: _____ TIPO: _____ SERIE: _____ AÑO: _____ CONTAD: _____ </div> <div style="width: 30%;"> TENSION: _____ CORRIENTE: _____ TIPO MEC: _____ SERIE MEC: _____ ID: _____ </div> <div style="width: 30%;"> MEDIO DE EXTINCIÓN: ACEITE <input type="checkbox"/> SF6 <input type="checkbox"/> VACIO <input type="checkbox"/> AIRE <input type="checkbox"/> </div> </div>																																																													
Resist. de contactos [$\mu\Omega$]	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><th colspan="3">FASES</th></tr> <tr><th>A</th><th>B</th><th>C</th></tr> </table>	FASES			A	B	C	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><th colspan="3">FASES</th></tr> <tr><th>A</th><th>B</th><th>C</th></tr> </table>	FASES			A	B	C	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><th colspan="3">FASES</th></tr> <tr><th>A</th><th>B</th><th>C</th></tr> </table>	FASES			A	B	C	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><th colspan="3">FASES</th></tr> <tr><th>A</th><th>B</th><th>C</th></tr> </table>	FASES			A	B	C	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><th colspan="3">FASES</th></tr> <tr><th>A</th><th>B</th><th>C</th></tr> </table>	FASES			A	B	C																										
FASES																																																													
A	B	C																																																											
FASES																																																													
A	B	C																																																											
FASES																																																													
A	B	C																																																											
FASES																																																													
A	B	C																																																											
FASES																																																													
A	B	C																																																											
Resist. de aislamiento [$G\Omega$]	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><th colspan="3">FASES</th></tr> <tr><th>A</th><th>B</th><th>C</th></tr> </table>	FASES			A	B	C	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><th colspan="3">FASES</th></tr> <tr><th>A</th><th>B</th><th>C</th></tr> </table>	FASES			A	B	C	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><th colspan="3">FASES</th></tr> <tr><th>A</th><th>B</th><th>C</th></tr> </table>	FASES			A	B	C	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><th colspan="3">FASES</th></tr> <tr><th>A</th><th>B</th><th>C</th></tr> </table>	FASES			A	B	C	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><th colspan="3">FASES</th></tr> <tr><th>A</th><th>B</th><th>C</th></tr> </table>	FASES			A	B	C																										
FASES																																																													
A	B	C																																																											
FASES																																																													
A	B	C																																																											
FASES																																																													
A	B	C																																																											
FASES																																																													
A	B	C																																																											
FASES																																																													
A	B	C																																																											
OBSERVACIONES:																																																													
OBSERVACIONES:																																																													
MEDIDA DE CAPACITANCIA Y TANGENTE DELTA																																																													
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th rowspan="3"></th> <th colspan="4">PÉRDIDAS [mW]</th> <th rowspan="3">INDICE DE PERDIDAS EN TANQUE (TLI)</th> </tr> <tr> <th colspan="3">ABIERTO</th> <th colspan="2" rowspan="2">CERRADO</th> </tr> <tr> <th>Cam. 1</th> <th>Cam. 2</th> <th>Soporte</th> </tr> <tr> <td>FASE A</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>FASE B</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>FASE C</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table> </div> <div style="width: 50%;"> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th>BOBINA</th> <th>Cierre</th> <th>Apert. 1</th> <th>Apert. 2</th> </tr> <tr> <td rowspan="3">Resistencia (Ω)</td> <td>Fase A</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fase B</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fase C</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Tension Minima (V)</td> <td>Fase A</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fase B</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fase C</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> </div> </div>							PÉRDIDAS [mW]				INDICE DE PERDIDAS EN TANQUE (TLI)	ABIERTO			CERRADO		Cam. 1	Cam. 2	Soporte	FASE A						FASE B						FASE C						BOBINA	Cierre	Apert. 1	Apert. 2	Resistencia (Ω)	Fase A			Fase B			Fase C			Tension Minima (V)	Fase A			Fase B			Fase C		
	PÉRDIDAS [mW]				INDICE DE PERDIDAS EN TANQUE (TLI)																																																								
	ABIERTO			CERRADO																																																									
	Cam. 1	Cam. 2	Soporte																																																										
FASE A																																																													
FASE B																																																													
FASE C																																																													
BOBINA	Cierre	Apert. 1	Apert. 2																																																										
Resistencia (Ω)	Fase A																																																												
	Fase B																																																												
	Fase C																																																												
Tension Minima (V)	Fase A																																																												
	Fase B																																																												
	Fase C																																																												
OBSERVACIONES:																																																													
COMPORTAMIENTO DINAMICO DEL EQUIPO																																																													
CIERRE		DESPLAZAMIENTO [mm]	SOBRE DESPLAZAMIENTO [mm]	REBOTE [mm]	TIEMPO OPERACIÓN [ms]	Δt	VELOCIDAD [m/s]	ΔV																																																					
	FASE A					0		0																																																					
	FASE B																																																												
	FASE C																																																												
APERTURA 1		DESPLAZAMIENTO [mm]	SOBRE DESPLAZAMIENTO [mm]	REBOTE [mm]	TIEMPO OPERACIÓN [ms]	Δt	VELOCIDAD [m/s]	ΔV																																																					
	FASE A					0		0																																																					
	FASE B																																																												
	FASE C																																																												
APERTURA 2		DESPLAZAMIENTO [mm]	SOBRE DESPLAZAMIENTO [mm]	REBOTE [mm]	TIEMPO OPERACIÓN [ms]	Δt	VELOCIDAD [m/s]	ΔV																																																					
	FASE A					0		0																																																					
	FASE B																																																												
	FASE C																																																												

OBSERVACIONES:

ELABORÓ	APROBÓ



GERENCIA DE ALTA TENSIÓN

MEDICIONES A EQUIPOS DE POTENCIA

CODIGO: _____
FECHA: _____
PAGINA _____ DE
OIT: _____ SERIN-S

SUBESTACIÓN: _____ MÓDULO: _____ NIVEL DE TENSIÓN: _____ kV
MANTENIMIENTO: ☐ EMERGENCIA: ☐

TRANSFORMADORES DE CORRIENTE

MARCA: _____ SERIE A: _____
TIPO: _____ SERIE B: _____
AÑO: _____ SERIE C: _____
IN: _____ ID: _____

	FASES		
	A	B	C
Factor de Potencia [%]			
Pérdidas-Hot Collar [mW]			
Capacitancia [pF]			
OBSERVACIONES:			

TRANSFORMADORES DE TENSIÓN

MARCA: _____ SERIE A: _____
TIPO: _____ SERIE B: _____
AÑO: _____ SERIE C: _____
VN: _____ ID: _____

	FASES		
	A	B	C
Corriente de Excitación			
Factor de Potencia [%]			
Capacitancia [pF]			
OBSERVACIONES:			

SECCIONADOR DE LÍNEA

MARCA: _____ SERIE: _____
TIPO: _____ IN: _____
AÑO: _____ VN: _____
ID: _____

	FASES		
	A	B	C
Resist. de Aislamiento [GΩ]			
Resist. de Contactos [μΩ]			
OBSERVACIONES:			

SECCIONADOR DE BARRA

MARCA: _____ SERIE: _____
TIPO: _____ IN: _____
AÑO: _____ VN: _____
ID: _____

	FASES		
	A	B	C
Resist. de Aislamiento [GΩ]			
Resist. de Contactos [μΩ]			
OBSERVACIONES:			

SECCIONADOR DE TRANSFERENCIA

MARCA: _____ SERIE: _____
TIPO: _____ IN: _____
AÑO: _____ VN: _____
ID: _____

	FASES		
	A	B	C
Resist. de Aislamiento [GΩ]			
Resist. de Contactos [μΩ]			
OBSERVACIONES:			

PARARRAYOS

MARCA: _____ SERIE A: _____
TIPO: _____ SERIE B: _____
AÑO: _____ SERIE C: _____
VNom: _____ ID: _____

	FASES		
	A	B	C
Resist. de Aislamiento [GΩ]			
Pérdidas [mW]	Cam. 1		
	Cam. 2		
	Cam. 3		
	Cam. 4		
	Cam. 5		
	Cam. 6		
OBSERVACIONES:			

EQUIPOS UTILIZADOS

- | | |
|--------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> M4000 | <input type="checkbox"/> TR3000 |
| <input type="checkbox"/> MEGGER | <input type="checkbox"/> TR9000 |
| <input type="checkbox"/> CHISPOMETRO | <input type="checkbox"/> MICROHOMIMETRO |
| <input type="checkbox"/> SVERKER | <input type="checkbox"/> OTRO _____ |

ELABORÓ	APROBÓ

SUBESTACIÓN: _____ MÓDULO: _____ NIVEL DE TENSIÓN: _____ kV
 MANTENIMIENTO: ☐ EMERGENCIA: ☐ PUESTA EN SERVICIO: ☐

MARCA: _____ **TIPO:** _____ **TENSIÓN:** _____ kV **POTENCIA:** _____ MVA
SERIE: _____ **AÑO:** _____ **GRUPO DE CONEXIÓN:** _____

T A P	PLACA		RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN		
	VNom.	Rel. Cal.	FASE A	FASE B	FASE C
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					

OBSERVACIONES:	
----------------	--

[illegible]**OBSERVACIONES:**

TEMP: °C	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO [GΩ]					
TIEMPO	ALTA-BAJA		ALTA-TIERRA		BAJA-TIERRA	
	OBT.	CORR.	OBT.	CORR.	OBT.	CORR.
30"						
1'						
2'						
3'						
4'						
5'						
6'						
7'						
8'						
9'						
10'						

OBSERVACIONES:	
----------------	--

RESISTENCIA DE DEVANADOS		
[mΩ]		
FASE A	FASE B	FASE C

OBSERVACIONES:

RESISTENCIA DE DEVANADOS TERCIARIOS [mΩ]		
FASE A	FASE B	FASE C

OBSERVACIONES:

EQUIPOS UTILIZADOS

☐ M4000☐ TTR☐ MEGGER☐ OHMETER

ELABORO

APROBO



GERENCIA DE ALTA TENSIÓN

MEDICIONES A TRANSFORMADOR DE POTENCIA

CODIGO:

FECHA:

PAGINA

OIT:

DE

SERIN-S

SUBESTACIÓN:

MÓDULO:

NIVEL DE TENSIÓN:

kV

MANTENIMIENTO: ☐EMERGENCIA: ☐PUESTA EN SERVICIO: ☐

MEDIDA DE CAPACITANCIA Y TANGENTE DELTA

DEVANADO	FACTOR DE POTENCIA [%]	CAPACITANCIA [pF]
CH		
CHL		
CL		
CLT		
CT		
CHT		
CH+CL+CT		
OBSERVACIONES:		

BUJES DE AT

MARCA: _____ SERIE A: _____
 TIPO: _____ SERIE B: _____
 AÑO: _____ SERIE C: _____

%Fp C [pF]
 C1: _____
 C2: _____

FASE		A	B	C
HOT COLLAR [mW]				
FACTOR DE POTENCIA [%]	C1			
	C2			
CAPACITANCIA [pF]	C1			
	C2			
OBSERVACIONES:				

PARARRAYOS AT

MARCA: _____ SERIE A: _____
 TIPO: _____ SERIE B: _____
 AÑO: _____ SERIE C: _____
 VNom: _____

		FASES		
		A	B	C
Resist. de Aislamiento [GΩ]				
Pérdidas [mW]	Cam. 1			
	Cam. 2			
	Cam. 3			
OBSERVACIONES:				

PARARRAYOS BT

MARCA: _____ SERIE A: _____
 TIPO: _____ SERIE B: _____
 AÑO: _____ SERIE C: _____
 VNom: _____

		FASES		
		A	B	C
Resist. de Aislamiento [GΩ]				
Pérdidas [mW]	Cam. 1			
	Cam. 2			
	Cam. 3			
OBSERVACIONES:				

RIGIDEZ DIELECTRICA DEL ACEITE

OBSERVACIONES:

EQUIPOS UTILIZADOS

☐ M4000

☐ MEGGER

☐ CHISPOMETRO

ELABORÓ	APROBÓ



GERENCIA DE ALTA TENSIÓN

MEDICIONES A EQUIPOS DE POTENCIA

CODIGO: _____
FECHA: _____
PAGINA _____ DE
OIT: _____ SERIN-S

SUBESTACIÓN: _____ MÓDULO: _____ NIVEL DE TENSIÓN: _____ kV
MANTENIMIENTO: ☐ EMERGENCIA: ☐

INTERRUPTOR DE POTENCIA

MARCA: _____ TENSION: _____
TIPO: _____ CORRIENTE: _____
SERIE: _____ TIPO MEC: _____
ANO: _____ SERIE MEC: _____
CONT: _____
MEDIO DE EXTINCIÓN: ACEITE ☐ SF6 ☐
VACIO ☐ AIRE ☐

	FASES			NOMINAL
	A	B	C	
Resist. de contactos [$\mu\Omega$]				
Resist. de aislamiento [$G\Omega$]				
OBSERVACIONES:				

BOBINA		Cierre	Apert. 1	Apert. 2
Resistencia (Ω)	Fase A			
	Fase B			
	Fase C			
Tension Minima (V)	Fase A			
	Fase B			
	Fase C			
OBSERVACIONES:				

MEDIDA DE CAPACITANCIA Y TANGENTE DELTA

	PÉRDIDAS [mW]				INDICE DE PERDIDAS EN TANQUE (TLI)
	ABIERTO			CERRADO	
	Cam. 1	Cam. 2	Soporte		
FASE A					
FASE B					
FASE C					
OBSERVACIONES:					

COMPORTAMIENTO DINAMICO DEL EQUIPO

CIERRE		DESPLAZAMIENTO [mm]	SOBRE DESPLAZAMIENTO [mm]	REBOTE [mm]	TIEMPO OPERACIÓN [s]	Δt	VELOCIDAD [m/s]	ΔV
	FASE A					0		0
	FASE B							
	FASE C							
APERTURA 1		DESPLAZAMIENTO [mm]	SOBRE DESPLAZAMIENTO [mm]	REBOTE [mm]	TIEMPO OPERACIÓN [s]	Δt	VELOCIDAD [m/s]	ΔV
	FASE A					0		0
	FASE B							
	FASE C							
APERTURA 2		DESPLAZAMIENTO [mm]	SOBRE DESPLAZAMIENTO [mm]	REBOTE [mm]	TIEMPO OPERACIÓN [ms]	Δt	VELOCIDAD [m/s]	ΔV
	FASE A					0		0
	FASE B							
	FASE C							

TRANSFORMADOR DE CORRIENTE

MARCA: _____ TIPO: _____ In: _____ A
SERIE: _____
Factor de Potencia [%]
Pérdidas-Hot Collar [mW]
Capacitancia [pF]

FASES		
A	B	C

TRANSFORMADOR DE POTENCIAL

MARCA: _____ TIPO: _____ Vn: _____ V
SERIE: _____
Factor de Potencia [%]
Corriente de Excitacion

FASES		
A	B	C

SECCIONADOR DE LÍNEA

MARCA: _____ TIPO: _____
SERIE: _____ FASES

SECCIONADOR DE BARRA

MARCA: _____ TIPO: _____
SERIE: _____ FASES

	A	B	C
Resistencia de aislamiento [GΩ]			
Resistencia de contactos [μΩ]			

SECCIONADOR DE TRANSFERENCIA

MARCA:
TIPO:

SERIE:

FASES

A

B

C

Resistencia de aislamiento [GΩ]

Resistencia de contactos [μΩ]

	A	B	C
Resistencia de aislamiento [GΩ]			
Resistencia de contactos [μΩ]			

PARARRAYOS

MARCA:
TIPO:
TENSION
kV

SERIE:

FASES

A

B

C

Resistencia de aislamiento[GΩ]

Pérdidas [mW]

M4000



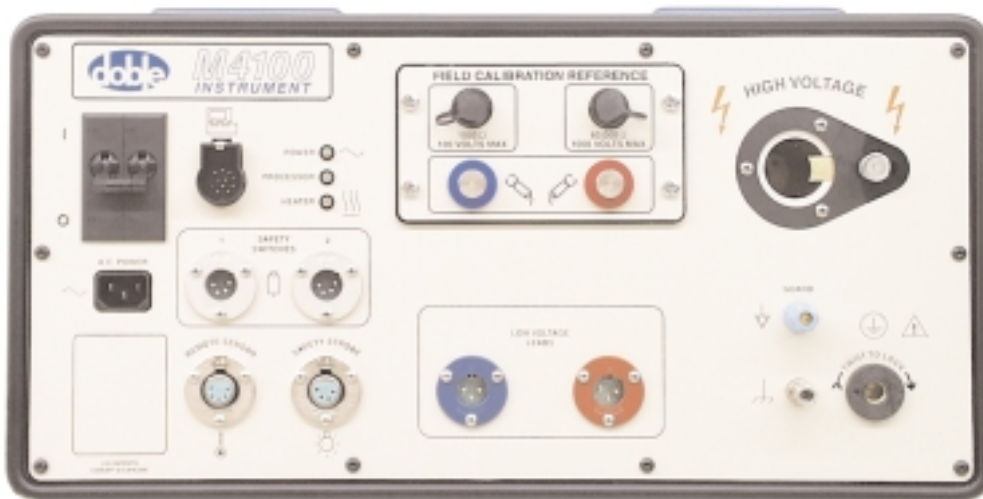
AUTOMATED INSULATION ANALYZER

Measures

- Voltage
- Total Current for Capacitive, Inductive, or Resistive Loads
- Power Loss
- Power Factor/Tan Delta
- Capacitance
- Inductance
- Resistance

Options

- Transformer Leakage Reactance and Loss
- Transformer Turns Ratio
- Doble Test Assistant Software® DTA
 - *Embedded Expert System*
 - *Apparatus Templates*



The M4000, together with Doble Test Assistant® (DTA) expert system, was specially developed as a result of feedback from power system executives that their personnel must be empowered to do quality work, though their numbers and experience levels are tending to decrease. Although you may have expert testers now, the situation could be significantly different only a few short years from now.

Easy to use "smart" instruments, with expert system software to help interpret the results (in effect, raising a "flag" for all test results outside the norm), will make your test program more efficient, reducing the likelihood that expensive extra outages will be required in the future due to testing mistakes and mis-diagnoses.

Smart technology results in additional benefits, both subtle and profound. For example, with the M4000 design there is less likelihood that excess test voltage will be accidentally applied to specimens. However, to cite an example with more fundamental consequences, in-service failures (which might be the result of calculation errors and mis-diagnoses of test results), also will be less likely to occur when using the "system" approach involving the M4000 in combination with DTA.

Ruggedness, translated into the ability of the instrument to perform consistently despite rough handling and transportation, is another aspect to consider. If the instrument or its associated test leads should fail after the apparatus has been cleared for test, considerable time and effort will have been lost and a second outage may be required. Doble experience in the area of field testing has resulted in the development of rugged and reliable instruments - and test leads!

While in no way intending to minimize the importance of lower voltage apparatus to system reliability, all EHV insulation (at least) should be tested with the Doble M4000. With our new Line Frequency Modulation technique for rejecting interference, many low capacitance EHV specimens (e.g., breaker columns) will be quickly and easily tested without having to disconnect sections of bus and grounding adjacent modules. This alone will save considerable time, effort, and expense, in addition to the fact that the test results will be more accurate and reliable than ever before in locations of unusually severe interference.

In summary, doing more with less means that field-test engineers must work smarter and more efficiently than before. This requires that they be provided with the optimum tools to do the job.

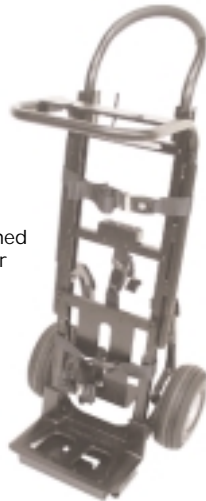


M4000 test equipment and accessories assembled for field transportation.



M4000 assembled for testing in the field

The M4000 Transport's rugged construction is specifically designed to ensure smooth easy travel over all field conditions.



The safety and protection of the M4000, Transport and Accessories can be ensured through the Doble-designed and NSTA approved Transit Cases. Every component of the Transit Case is specifically designed to individually house and protect each component of the M4000 Insulation Analyzer. The Doble Transit Cases are constructed from the best materials offered for reliability and travel safety.

- *High-density plastic molded shell for durability.*
- *Tight seal rubber gaskets to lock out the elements*
- *Custom configured shock absorbing foam rubber lining.*
- *Alloy metal hinges and recessed twist-lock fasteners.*
- *Alloy metal recessed snap-back carry handles.*

For more information regarding Doble products and services please visit our website at: www.doble.com

The M4000 10-kV Portable Automated Insulation Analyzer is the new generation of test equipment for determining the insulation quality of high voltage power apparatus in the field. The new M4000 Insulation Analyzer is now:

- Automated with Windows™ software for easy operation.
 - More accurate and sensitive, for testing apparatus under conditions of high electrostatic and electromagnetic interference, due to shielding features and the new Line Frequency Modulation Measurement Technique.
 - Easier to move and position using the M4300 Transport Option.
 - Able to test apparatus over greater range (300 mA maximum current; 12-kV maximum test voltage).
 - Simple to operate: select the test mode, select the voltage, press the safety switches, rate the test voltage, observe the display, print the report.
-

Software Features

Windows™ software

Measures the power factor of all impedances (capacitive, resistive, and inductive).

Measures and records ambient temperature and relative humidity.

Automatic time and date recording.

Measures tan delta or power factor

Software configuration for 50 or 60 Hz.

Measures actual or equivalent 10-kV values.

Digital displays of all parameters.

Real-time analog bar graph display of V, I, and W.

Select series or parallel specimen model.

Doble Test Assistant® (DTA) option, software program with Expert System Analysis (see sample test form, back of brochure).

Software Test Procedures, Apparatus templates, and Help

M4100 Instrument Features

Rugged construction built to travel in back of van or trucks over unpaved road.

Built-in calibration and diagnostics

Turns Ratio can be measured

Short-Circuit Impedance of transformers can be measured (using M4100 Leakage Reactance Interface) Instrument.

Line-Frequency Modulation Measurement Technique maintains high accuracy even under the most severe conditions of electrostatic and electromagnetic interference.

Test frequency is independent of power-line frequency (stable readings with no loss in performance when used with portable generators).

Stable, noise free, test voltage electronically synthesized.

300 mA maximum current at 10-kV; 12-kV maximum test voltage.

Accurate measurements with voltage as low as 25 volts.

Built-in field status diagnostics with supplied software.

Uses internal resistance standard reference; the same Doble 10-kV insulation test instrument standard since the early 1950s.

Resonating Inductor option extends the capacitance range of test specimens to 1 μ F at 10 kV.

Safety Features

Test instrument and voltage supply are commonly grounded.

Strobe light flashes when voltage is applied.

Audible warning indicator sounds at the start of a test.

Circuitry protects apparatus from damage and personnel from injury.

M4100 Technical Specifications

Power Specifications

Output Voltage	Output Power 3 kVA
Range: 0 to 12 kV	Input Power 95–132, 190–264 V ac, autoselectable
Distortion: 2% total harmonic distortion for linear loads. Compares with normal building 120 V ac outlets	47 to 63 Hz with no loss in performance when used with portable generators. 20 A max. at 110 V, 10 A max. at 220 V
Output Current 100 mA continuous at 10 kV 300 mA intermittent at 10 kV	

Measurement Accuracy and Range

Test Frequency	Capacitance
Range: 45 to 70 Hz	Range: 0 to 2.7 μ F auto ranging
Resolution: 0.1 Hz	Resolution: 0.1 pF
Accuracy: $\pm 1\%$ of reading	Accuracy: $\pm 0.5\%$ of reading, ± 1 pF
Test Voltage	Inductance
Range: 25 V to 12 kV	Range: 132 H to 1000 kH at 10 kV
Resolution: 1 V	Resolution: 0.001 mH
Accuracy: $\pm 1\%$ of reading, ± 1 V	Accuracy: $\pm 1.5\%$ of reading
Test Current:	Watts
Range: 0 to 5.0000 A auto ranging 0 to 50.0 A when corrected or referred to 10 kV	Range: 0 to 2 kW, actual power 0 to 100 kW when corrected or referred to 10 kV
Resolution: 0.0001mA (0.1 μ A)	Resolution: 0.5 mW
Accuracy: $\pm 1\%$ of reading, ± 1 μ A	Accuracy: $\pm 2\%$ of reading at 10 kV $\pm 0.03\%$ of VA, ± 0.5 mW
Power Factor:	Temperature Measurement
Range: 0 to $\pm 100.00\%$ PF (± 0 to 1.0000)	Range: -20°C to $+50^{\circ}\text{C}$
Resolution: 0.01% PF (0.0001)	Accuracy: $\pm 4^{\circ}\text{C}$
Accuracy: $\pm 1\%$ of reading $\pm 0.04\%$ PF (0.0004)	

Maximum Interference Conditions

Electrostatic at Line Frequency	15 mA, rms, maximum current into any lead or cable. Specifications applicable (typically) to maximum ratio of interference current to specimen current of 20:1.	Electromagnetic at Line Frequency	500 μ T, at 60 Hz, in any direction
--	---	--	---

Environmental

Temperature	Electrostatic Discharge Meets I.E.C. 801-2(1984)
Operating: -20°C to $+50^{\circ}\text{C}$	Surge Withstand Capability Meets ANSI/IEEE C37.90.1
Storage: -40°C to $+70^{\circ}\text{C}$	Shock and Vibration ASTM D999.75 transport shock test
Humidity 80% to 90%, non-condensing	

Dimensions and Weights

Instrument: 10-1/4"H x 20"W x 25-1/4"D approx 100 lbs.	Accessory Case: 20" x 12" x 9" (cable bag 26lbs.; 60' HV cable 18 lbs.)
Oil Cell: 9" x 8" x 8" approx. 6 lbs.	Manual Bag: 18" x 12" x 3"
	Transport: 48-1/2" x 20-1/2" w x 19-1/2" D 33-1/2 lbs (optional)

DTA Field System

File Edit Operations Test Layout

Two Winding Transformer - Overall Tests

Location: Substation #1 Special Id: Aux #1
 Serial No: 824098489082 CCT Design: Main #1 Date: Mar 01 2000

	N	I	Test Connections	Test kV	Equiv. mA	10kV watts	% PWR meas	FCTR corr	corr fctr	WND meas C(pF)		INS RTG
1			ENG LOW	10	18.060	0.410			1.13	4736	CH + CHL	
2			HIGH LOW	10	8.940	0.300	0.34	0.38	1.13	2330	CH	G
3			HIGH LOW	10	9.250	0.184	0.20	0.23	1.13	2415	CHL (UST)	G
4			Test 1 minus Test 2		9.120	0.110	0.12	0.14	1.13	2406	CHL	G
5			LOW HIGH	2.5	29.100	0.640			1.13	7540.0	CL + CHL	
6			LOW HIGH	2.5	19.840	0.400	0.20	0.23	1.13	5100	CL	I
7			LOW HIGH	2.5	9.250	0.600	0.65	0.73	1.13	2400	CHL (UST)	I
8			Test 5 minus Test 6		9.260	0.240	0.26	0.29	1.13	2440	CHL	G
9			CH minus Bushing C1 Meas		7.940	0.280	0.35	0.40	1.13	1930	CH '	G
10			CL minus Bushing C1 Meas		18.840	0.396	0.21	0.24	1.13	5000	CL '	G

ID Screen Bushing Jump To Prev Date Next Date Save Exit

Expert System Analysis Output

Line: 6

ov_1300 I13
 The current has increased or decreased by more than 5% from the initial test. This may indicate that the winding is mechanically damaged. Contact your supervisor or Doble. If the SHIELD was detected during the initial test, this may indicate shield connection problem.

Limits Close

Expert System Analysis Output

Line: 7

ov_1300 I13
 The current has increased or decreased by more than 5% from the initial test. This may indicate that the winding is mechanically damaged. Contact your supervisor or Doble. If the SHIELD was detected during the initial test, this may indicate shield connection problem.

ov_1300 W/V
 The CHL power factor has at least doubled since the previous test. This condition may be related to:
 1) moisture contamination, or
 2) deterioration of the CHL insulation.
 Test an oil sample from each compartment. Repeat tests at several test voltages. Contact your supervisor or Doble.

Limits Close

Note the Expert System's Investigate "I" rating and explanation screens

Using Doble's DTA Expert System and the M4000 Automated Insulation Analyzer, efficiency and accuracy of apparatus insulation field tests are improved. External interference is eliminated, measurement is automatic, and results are analyzed according to 3700 rules, and then stored in the relational database for scheduling, inventory, and comparative analysis.

Doble Test Assistant® (DTA) is a comprehensive software system designed to enhance test-crew productivity, improve the accuracy of test data used by maintenance engineers for decision making, and provide computerized apparatus nameplate and test data for inventory control, equipment scheduling, and statistical analysis.



MOM600A

Micróhmetro

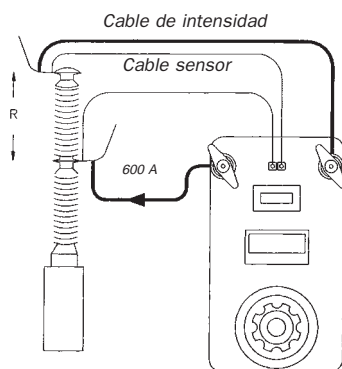
Los fallos en subestaciones son motivados frecuentemente por una resistencia excesiva de alto contacto en las uniones de barras y en los puntos de ruptura. Además, los peligros de sobrecalentamiento son cada vez más serios debido al hecho de que las redes de distribución actuales soportan cargas cada vez mayores. Comprobando las resistencias de los contactos periódicamente, se detectan fallos antes de que ocasione un sobrecalentamiento. Y en estos casos, más vale prevenir que curar.

Se utilizan los micróhmetros para medir las resistencias de los contactos en interruptores de alta tensión, interruptores de desconexión (aisladores), fusibles con contactos tipo cuchilla, uniones de barras, uniones de líneas, etc.

El MOM 600A es una clase aparte en el mercado mundial. Diseñado para su utilización desde el ártico hasta los trópicos, este micróhmetro resistente y compacto es ideal para su uso en el campo.

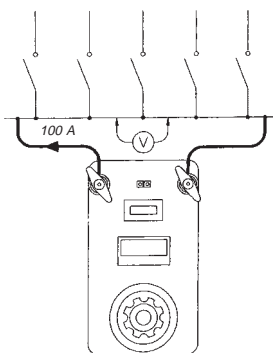
El equipo completo incluye un juego de cables muy flexibles (incluyendo cables independientes para efectuar las medidas) y una maleta resistente para el transporte.

EJEMPLO DE APLICACIÓN



Medida de la resistencia del interruptor

1. Conectar el micróhmetro al interruptor.
2. Ajustar la intensidad (600 A en este ejemplo).
3. Presionar el pulsador resistencia.
4. Efectuar la lectura del resultado.



Medida de la resistencia de uniones de barras

1. Conectar los cables de intensidad del micróhmetro al objeto a medir. No conectar los cables sensores debido a que se efectuarán las medidas utilizando un voltímetro externo portátil.
2. Ajustar la intensidad (100 A en este ejemplo).
3. Conectar un voltímetro externo a la barra.
4. Efectuar la lectura del valor mostrado en el voltímetro. (0,1 mV = 1 ((en este ejemplo).
5. Mover el voltímetro hasta la siguiente unión.
6. Repetir el paso 4.

ESPECIFICACIONES

Salida	230 V	115 V
Intensidad de medida (rectificada de onda completa)	0-600 A CC	0-600 A CC
Tensión sin carga	9,4 V CC	5,2 V CC
Tensión de salida: (entre bornas)	7,2 V CC (300 A) 5,0 V CC (600 A)	3,6 V CC (300 A) 2,2 V CC (600 A)
Tiempo de conexión de la carga. Ensayo sencillo	120 s (300 A) 15 s (600 A)	120 s (300 A) 10 s (600 A)
Intensidad máxima con cables estándar GA-05053 (5 m) y 100 $\mu\Omega$ de carga	750 A	550 A
Resistencia máxima de la carga con cables estándar GA-05053 (5 m)	18 m Ω (300 A) 3 m Ω (600 A)	10 m Ω (300 A) -

Sección de medida

Escala	0-1999 $\mu\Omega$
Resolución	1 $\mu\Omega$
Precisión	$\pm 1\%$, + 1 dígito del valor mostrado
Medidor	Amperímetro y óhmetro combinado internamente. Se puede conectar un amperímetro externo
Shunt de intensidad	600 A/60 mV, $\pm 0,5\%$

Otras especificaciones

Campo de aplicación: El instrumento está diseñado para usarlo en subcentrales de alta tensión y en entornos industriales.

Protección: Protección térmica e interruptores miniatura.

Tensiones de red: 230 V ó 115 V c.a. $\pm 10\%$, 50-60 Hz.

Dimensiones: 356 x 203 x 241 mm

Dimensiones de la maleta de transporte: 610x 290 x 360 mm

Peso: 25 kg. 41,1 kg con accesorios y maleta de transporte.

Juego de cables de conexión: 2 x 5 m/50 mm² (cables de intensidad), 2 x 5 m/2,5 mm² (cables de contacto)

Garantía: 1 año

Las especificaciones anteriores son válidas con las tensiones nominales de red y con una temperatura ambiental de +25 °C. Especificaciones modificables sin previo aviso.

ACCESORIOS OPCIONALES

Juego de cables de 10 m

2 x 10 m / 70 mm² (cables de intensidad)

2 x 10 m / 2,5 mm² (cables sensores)

Peso: 16,8 kg

Art.No: GA-07103

Juego de cables de 15 m

2 x 15 m / 95 mm² (cables de intensidad)

2 x 15 m / 2,5 mm² (cables sensores)

Peso: 29,4 kg

Art.No: GA-09153

Shunt para calibración

600 A / 60 mV

Art.No: BB-90020

INFORMACIÓN PARA PEDIDOS

MOM600A

Completo con juego de cables de GA-05053, cable de tierra GA-00200 y maleta de transporte GD-00182.

Tensión de red: 230 V

Art.No: BB-12290

Tensión de red: 115 V

Art.No: BB-11190



Juego de cables GA-05053, GA-0200 y shunt BD-90020



MEGGER® BM21

- Analog/digital display
- Multiple test voltages
- Integral timer controls test duration
- Automatic discharge of equipment under test
- High sensitivity - tests to 5 TΩ

5 kV Insulation Resistance Tester

DESCRIPTION

The Megger® BM21 5 kV Insulation Resistance Tester is a portable, battery-powered, high-voltage insulation tester that uses the latest electronic design and technology. The instrument's user-friendly keypad with pushbuttons, allows the user to select test voltages of 500, 1000, 2500, and 5000 Vdc. In addition to the standard test voltages, a variable voltage feature selects test voltages between 25 and 5000 Vdc in 25 V steps.

An integral timer automatically controls the duration test and stops the output voltage when the preset time has expired.

Analog/digital displays offer practicality and precision. The analog/digital LCD shows readings of insulation resistance to 5 TΩ, leakage current to below 1 nA, and capacitance to 10 μF. The analog scale rapidly identifies insulation condition and monitors variable measurements. The digital display complements the analog scale by simultaneously displaying an easy-to-read, precise measurement.

As a safety feature, the BM21 acts as an ac/dc safety voltmeter, indicating the level of applied voltage before a test and monitoring discharge voltage after a test. For added safety, an alarm warns the operator when the circuit under test has not been de-energized.

The BM21 incorporates a guard terminal to eliminate the effects of surface leakage in the item under test, thus ensuring accurate measurements.

APPLICATIONS

The BM21 tests the insulation resistance of:

- High-voltage power cables
- Large motor/generator windings
- Line and substation transformers
- High-voltage buses

The instrument performs spot tests, step-voltage tests, and dielectric absorption tests for the following applications:

- Acceptance testing at installation to check conformance to specifications
- Routine preventive/predictive maintenance testing after installation
- Quality assurance testing as part of the manufacturing process
- Diagnostic testing to isolate faulty components for repair

The instrument detects high- or low-resistance grounds and short circuits in apparatus, cables and wiring, caused by moisture, oil, dirt, corrosion, damage to insulation or natural deterioration.

The BM21 determines the presence of moisture, solvents and semiconduct-

ing foreign materials in wires, cables and other conductors, and in built-up insulation systems such as those found in motor windings.

A series of measurements taken and recorded over time show the gradual decline in insulation integrity during its operational life. The maintenance engineer or technician uses this information to anticipate future performance and to plan for repairs. These recorded measurements also show improvements in the insulation of motor, transformer, and generator windings that result from drying-out procedures after exposure to excessive humidity or water.

FEATURES AND BENEFITS

- Simple, pushbutton operation is user-friendly and easy to use.
- Analog/digital LCD enables direct reading in all ranges.
- Lockdown TEST button and integral timer are useful for extended tests such as polarization index.
- Rechargeable, battery-powered instrument is portable anywhere.
- Automatic discharge of capacitive test sample charge promotes user safety.
- Guard terminal eliminates surface leakage current from the measurement.

SPECIFICATIONS**Nominal Test Voltage (dc)**

500, 1000, 2500, 5000 V; plus 25 to 5000 V in 25-V steps

Accuracy at 68° F (20° C)

±5% on 100 mΩ load

Insulation Resistance Range

Digital 10 kΩ to 500 GΩ at 500 V
10 kΩ to 1 TΩ at 1000 V
10 kΩ to 2.5 TΩ at 2500 V
10 kΩ to 5 TΩ at 5 kV
Analog 100 kΩ to 1 TΩ at all voltages

Accuracy at 68° F (20° C)

±5% of reading 1 MΩ to 1 TΩ at 5 kV

Voltage Range Accuracy

50 to 1000 V dc or ac
(0 to 5000 V dc when testing)

Accuracy at 68° F (20° C)

±2%, ±1 V

Leakage Current Measurement

0.01 nA to 999 μA
Accuracy ±5% ±0.2 nA

Capacitance Measurement

0.01 to 10.0 μF (Test Voltage>200V)

Timer

User selectable, 0 to 90 min

Short Circuit Current

2 mA maximum

Display

Analog/digital

Interference Rejection

1 mA rms per kV to a maximum 2 mA

Temperature Range

Operating: -4 to +122° F (-20 to +50° C)

Storage: -13 to +149° F (-25 to +65° C)

Humidity Range

90% RH at 104° F (40° C)

Power Supply

Two rechargeable, sealed lead-acid batteries (12 V, 2 Ah)

Battery Life

Typically 8 hours continuous, built-in charger operating from 95 to 265 Vac 50/60 Hz

Charging Time

16 hours

Low Battery Indication

Comprehensive battery state indicator

Dimensions

6 H x 10 W x 14 D in.
(152 H x 250 W x 350 D mm)

Weight

13 lb (5.6 kg) approximate

Optional CB101 Calibration Box

Nominal resistance values: 10MΩ, 100MΩ, 1GΩ, 10GΩ.

High quality resistors, rated to high voltage, suitable for calibration checks on insulation testers up to 5 kV dc. Voltage coefficient is less than 1 part per million per volt.

A calibration certificate is provided with each CB101 showing the actual value of each check point.

CB101 Specification

Calibration accuracy 1%
Voltage coefficient 1ppm/V
Calibration temperature 68°F (20° C)
Temperature coefficient 250ppm/C
Shelf stability, typically 0.5% per year

ORDERING INFORMATION

Item	Cat. No.	Item	Cat. No.
BM21 5 kV Insulation Resistance Tester	218621	Optional Accessories	
Included Accessories		Carrying case	218748
Three test leads, 10 ft (3 m)	210968	"A Stitch in Time" manual	AVTM21-P8B
Test record cards, universal	210954	High voltage test lead, 25 ft (8m) long	6220-543
Charging cord		High voltage test lead, 50 ft (16m) long	6220-588
Instruction manual	AVTMBM21D	Shielded lead set, 50 ft (16m) long	6311-080
		CB101, 5 kV calibration box	6311-077
		Test record cards [pack of 20]	6111-217
		Charging lead, 12 V dc with automotive cigarette lighter plug, 10 ft (3m) long	6231-584